Edgar ...

Docteur Ch. BREUILLARD

CONSULTANT A SAINT-HONORÉ-LES-BAINS

ANCIEN INTERNE DE L'ASILE SAINTE-ANNE

ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE & MÉDICALE

SUR

LA MARCHE

ET

SUR UN MOYEN MÉCANIQUE DE LA FACILITER

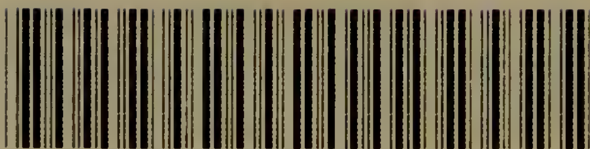


PARIS

A. MALOINE, ÉDITEUR

25, 27, rue de l'Ecole-de-Médecine, 25, 27

1904


22102099117

à M. le Professeur Raymond,
Hommage respectueux et tout dévoué,
Dr Ch. Bneuillard.

Docteur Ch. BREUILLARD

CONSULTANT A SAINT-HONORÉ-LES-BAINS

ANCIEN INTERNE DE L'ASILE SAINTE-ANNE

ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE & MÉDICALE

SUR

LA MARCHE

ET

SUR UN MOYEN MÉCANIQUE DE LA FACILITER



PARIS

A. MALOINE, ÉDITEUR

25, 27, rue de l'Ecole-de-Mèdecine, 25, 27

1904

—

AVANT-PROPOS

Depuis quelque temps, la marche a été l'objet d'un certain nombre de travaux, tant de la part des physiologistes qui ont analysé cette forme de mouvement dans ses principaux détails, au point de vue de la mécanique animale, que de la part de professionnels spéciaux qui ont cherché à en tirer le meilleur avantage, dans la pratique de l'entraînement, auquel doit être soumis tout marcheur, qu'il soit militaire, sportif ou simple touriste.

Parmi les premiers, on doit citer les frères Weber, en Allemagne, qui ont vraiment établi la physiologie de la marche sur des bases scientifiques sérieuses, puis sont venus Giraud-Teulon et Duchenne, de Boulogne, en France, qui ont fait avancer la question, en mettant au point certains côtés contestables des théories admises. Mais c'est surtout au professeur Marey que l'on doit la meilleure description des différentes phases de la marche. A l'aide de ses merveilleux appareils enregistreurs, aussi bien qu'avec ses procédés chronophotographiques, le célèbre physiologiste a pu faire la plus fine analyse des mouvements de la marche, comme d'ailleurs de tant d'autres formes de mouvements, chez l'homme et les différents animaux.

Quant aux médecins et aux professionnels qui ont étudié la marche aux différents points de vue de l'entraînement, de ses avantages hygiéniques et des moyens de

lui faire produire le plus fort rendement possible, leur nombre est assez considérable, et il serait trop long d'énumérer les travaux et les divers articles parus dans les journaux et les revues de sports.

Qu'il suffise de citer les noms des docteurs Etchandy, Fernand Lagrange, Tissié, et de MM. Baradat, Demeny, Maissiat, de Saint-Clair, Firmin Weiss, qui ont pris une part active à l'étude de la marche et de la course, en se plaçant à des points de vue assez différents, mais tous intéressants.

Enfin, une mention toute particulière doit être faite du livre écrit en collaboration par le docteur Félix Regnault et le commandant d'artillerie de Raoul. Dans cet ouvrage (1) *renfermant nombre d'aperçus nouveaux et relatant des expériences parfaitement conduites, pour préciser les différentes attitudes et mesurer les vitesses obtenues, ainsi que pour tenter d'apprécier les forces dépensées dans la marche, les auteurs s'efforcent d'établir, à l'aide de nombreux documents et par des considérations d'ordre technique, la supériorité de la marche dite en flexion. C'est là, il ne faut pas craindre de le dire, une opinion bien risquée et une théorie très discutable, qui semblent avoir été étayées sur des bases peu solides et qui sont d'ailleurs discutées en détail dans le cours de cette étude.*

Au surplus, le but principal de ce travail étant de proposer un moyen mécanique destiné à faciliter la marche et à diminuer la fatigue qui en résulte, il ne s'agit pas d'exposer la physiologie complète de la marche et de rééditer des considérations et des théories univer-

---

(1) Docteur P. Regnault et Commandant de Raoul : *Comment on marche. — De la supériorité du mode en flexion.* (Chez Lavauzelle, éditeur militaire, Paris.)

sellement admises, mais il paraît utile et nécessaire de fixer et de préciser autant que possible les conditions dynamiques et physiologiques fondamentales de ce mode de mouvement, conditions sur certains points desquelles les observateurs sont en désaccord, principalement pour en apprécier l'importance absolue et relative.

Cela semble être la façon la plus simple et la plus naturelle de légitimer l'objet de ce travail, qui sera ainsi mieux compris et pourra paraître plus intéressant.

CHAPITRE PREMIER

Conditions fondamentales de la marche.

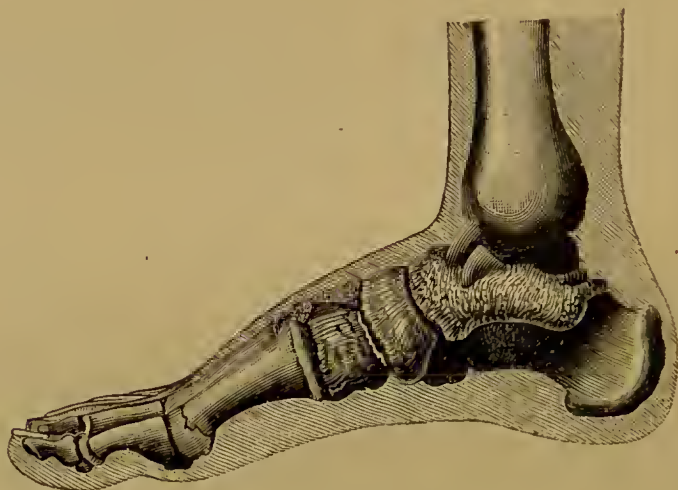
Évolution du pied humain. — Comment marche-t-on et comment doit-on marcher. — Marche normale ou en extension. — Marche en flexion.

Au début d'un travail sur la marche, il paraît difficile de ne pas s'arrêter quelque peu sur la forme anatomique du pied, et en particulier sur son squelette, qui a toujours provoqué l'admiration des observateurs.

La simple vue de l'ordonnance et de l'agencement des différents os, montre aussitôt la merveilleuse économie fonctionnelle de cet organe, destiné à accomplir la plus importante des fonctions de relation.

L'os du pied le plus volumineux et d'ailleurs le premier en grade, est le calcanéum ou os du talon, qui forme l'un des trois piliers de la voûte plantaire, dont le profil est longitudinal et transversal. C'est sur cet os que le maximum d'effort est concentré, soit pour supporter le poids du corps qui s'appesantit complètement sur lui à chaque pas en avant, soit pour le relever ensuite, en produisant ce que l'on a appelé *l'oscillation verticale,* c'est-à-dire le haussement du corps, ce qui permet à la jambe précédemment posée de se porter en avant à son tour.

Ainsi qu'on peut le voir (*fig. 1*), le calcaneum est incliné de bas en haut et d'arrière en avant. Cette position en bascule, qui est l'un des principaux éléments de la voûte plantaire, paraît être le produit de la marche sur le talon, en raison de ce principe, que c'est la fonction qui fait l'organe.



Cette explication peut sembler risquée au premier abord, mais si l'on étudie l'évolution du pied humain, ainsi que la chose vient d'être faite brillamment par M. Anthony dans une conférence,(1) où il a mis à contribution les travaux les plus récents de certains anthropologistes et en particulier ceux de MM. Manouvrier et Volkov, on peut se rendre compte que le calcanéum est d'autant plus développé et d'autant plus incliné relativement à la surface horizontale du sol, que l'homme

---

(1) *L'évolution du pied humain*, conférence Broca, faite à la Société d'anthropologie, in *Revue scientifique,* 31 janvier 1903. — Dans cette conférence, il n'a pas été question du pied des hommes des races préhistoriques. La raison en est que M. Volkov n'a pas encore abordé cette étude; mais d'après les travaux de M. Manouvrier, on peut prévoir que les observations qui seront faites à cet égard confirmeront les conclusions du conférencier.

auquel il appartient est d'une race plus avancée en civilisation et marche le buste droit.

Si, d'autre part, on se place au point de vue de l'hypothèse transformiste, on constate que parmi les anthropoïdes, l'orang a le calcanéum plus court que celui des autres singes. C'est que cet animal est le plus arboricole de tous ces primates, puisque, comme on le sait, il ne peut que grimper et ne marche jamais!

Quant à la petite apophyse du calcanéum, la véritable console du pied marcheur, elle est plus large chez les singes qui marchent que chez les grimpeurs, et, si on la compare chez les anthropoïdes, on voit qu'elle va en augmentant de largeur chez l'orang, le gibbon, le chimpanzé et le gorille, ce dernier étant celui qui a la marche la plus perfectionnée. Malgré tout, la longueur de cette apophyse est toujours très grande chez les singes, tandis que chez l'homme, elle est remarquablement courte; mais chez les hommes de races inférieures (weddas, négritos et nègres), elle est beaucoup plus développée et atteint presque des dimensions simiennes.

Enfin, l'angle d'inclinaison du calcanéum qui, on vient de le voir, est en raison directe du développement de la voûte plantaire, à la constitution de laquelle il prend part, n'existe pour ainsi dire pas chez les singes anthropoïdes, puisque le calcanéum est posé à plat sur le sol. Dans les races humaines inférieures, où le pied plat est communément observé, cet angle peut n'être que de 3° et ne dépasse guère 6°, tandis que son maximum, chez les européens adultes, atteint 14° chez l'homme et 16° chez la femme. Mais, fait très remarquable, chez les européens nouveaux-nés, il ne dépasse pas 5°, ce qui, pour les anthropologistes, doit

être considéré comme un caractère ayant une signification atavique.

D'ailleurs, sous d'autres rapports encore « le pied des enfants nouveaux-nés de notre race, n'est que la reproduction de celui de l'homme de race inférieure, se rapprochant parfois même plus que lui du pied simien arboricole, et plus particulièrement de celui du gorille, qui semble être décidément le plus voisin du pied humain. » (1) D'autre part, cependant, il y a lieu de remarquer, ce qui n'a pas été fait par le conférencier, que chez le fœtus à terme, on trouve constamment, sous la tubérosité inférieure du calcanéum, une bourse séreuse plus grande, comparativement, que celle observée chez l'adulte, ce qui semble constituer une particularité atavique remontant à une date beaucoup plus récente, puisque sa formation semble ne pouvoir résulter que des effets de la marche sur le talon.

Il est naturellement impossible ici de mettre en relief les différents développements que M. Anthony a donnés sur l'évolution du pied humain, en comparant les principaux os et les caractères morphologiques du pied chez les singes anthropoïdes et chez les différentes races humaines, et cela en se servant, comme M. Volkov, des données de l'anatomie comparée et de l'embryologie. J'ai eu la bonne fortune de pouvoir examiner, en présence de MM. Manouvrier et Volkov, les très nombreux squelettes de pieds réunis au musée de la Société d'anthropologie, qui ont servi de matière aux études et aux observations de ces auteurs, et j'avoue qu'il paraît assez séduisant d'admettre la conclusion théorique de M. Anthony, à savoir que notre pied dérive

(1) Ouvrage cité, page 139.

d'un pied arboricole, analogue à celui des singes d'aujourd'hui et qui a laissé des vestiges dans notre espèce.

Cependant, cette conclusion est vraisemblablement hâtive et prématurée, car elle est en somme basée sur ce fait que les races sauvages observées de nos jours, aussi bien que ce que l'on peut entendre par races préhistoriques, constituent un des échelons inférieurs de l'évolution civilisatrice des races humaines, tandis que nombre d'anthropologistes, et non des moindres, parmi les Allemands principalement, admettent que les imperfections organiques du genre de celle qui nous occupe à l'égard du pied, constituent des stigmates de dégénérescence pathologique. En outre on doit remarquer à ce propos que chez certaines races nègres, la cambrure du pied existe comme chez les européens et que parmi ces derniers beaucoup ont le pied plat.

Quoiqu'il en soit, on peut admettre que le pied actuel de notre race a atteint aujourd'hui, surtout chez la femme, son maximum de perfection pour le rôle qu'il a à remplir. Or, ce maximum de perfection consiste essentiellement dans la cambrure du pied. Mais comment expliquer l'évolution de cette cambrure plus prononcée chez la femme que chez l'homme et également très différente chez l'homme des hautes classes et chez l'homme du peuple, à tel point que la cambrure a toujours été considérée comme un stigmate aristocratique. Il ne semble pas téméraire de penser que l'aplatissement de la voûte plantaire chez l'homme, laquelle a son dernier terme dans le pied plat, qui n'est autre chose qu'une variété du pied bot valgus, résulte de l'exagération de la marche, aussi bien peut-être que du port des fardeaux.

La femme posséderait la cambrure à son maximum,

parce que, mieux que l'homme, elle conserve le type primordial, en raison de ses fonctions physiologiques et sociales, qui l'éloignent moins de l'état de nature, aussi bien d'ailleurs que le grand seigneur, qui n'a pas à lutter pour l'existence au moyen de travaux qui peuvent déformer certaines parties du corps. C'est ainsi que la voûte plantaire peut s'affaisser à la suite de longues marches en flexion, le pied posé à plat, que l'homme fatigué par de longues courses, arrive fatalement à pratiquer, ainsi qu'on va le voir. Telle est l'explication sommaire des modifications subies par la cambrure du pied, qu'on peut soumettre au jugement des observateurs, explication qui, on doit l'admettre, constitue pour le moins une opinion soutenable.

Cette digression préliminaire, et d'ailleurs écourtée sur l'évolution du pied, pourra paraître inutile, mais elle m'a semblé nécessaire pour montrer que la caractéristique principale de la marche chez l'homme civilisé est le posé préalable du pied sur le talon. Ce fait semble devoir être considéré comme fondamental pour permettre de répondre en partie aux deux questions que l'on doit fatalement se poser aujourd'hui au début d'une étude sur la marche. Comment marche-t-on et comment doit-on marcher?

Ces questions connexes eûssent sans doute peu embarrassé il y a quelques années un physiologiste, qui aurait naturellement répondu que l'homme marche comme il doit marcher, c'est-à-dire comme il a l'habitude de progresser, depuis un temps immémorial, selon le mode universellement admis et décrit dans les classiques, aussi bien que figuré sur les monuments les plus anciens de la période historique.

Mais il semble ne plus en être de même aujourd'hui,

en raison de ce fait que des anthropologistes, des physiologistes et des professionnels, parmi lesquels on doit citer des militaires, ont prôné ce que l'on est convenu d'appeler *la marche en flexion*. On sait que c'est particulièrement le commandant de Raoul qui s'est fait l'apôtre de ce genre de marche, en en établissant la technique complète et en payant largement et malheureusement trop de sa personne pour l'enseigner et la faire mettre en pratique dans plusieurs corps de troupe.

Ce qui a frappé, et on peut dire troublé l'esprit de nombre de gens compétents, même de ceux disposés au premier abord à critiquer ce mode de marche, ou pour le moins, à ne pas admettre sa supériorité absolue, c'est que M. le professeur Marey, dans la préface qu'il a écrite pour présenter au public le livre de MM. le docteur F. Regnault et le commandant de Raoul, intitulé : « *Comment on marche* », aussi bien que dans diverses autres circonstances, (1) a pris résolument parti pour les idées défendues par ces auteurs, et cela avec la force de son autorité indiscutable en pareille matière.

« N'est-il pas intéressant pour tout le monde, dit le savant physiologiste, d'apprendre qu'il existe une manière de marcher qui permet, sans fatigue excessive, de faire des étapes de trente à quarante kilomètres en trois fois moins de temps qu'à notre allure ordinaire..... Pourquoi donc tout le monde ne marche-t-il pas ainsi? C'est que pour la marche, comme pour tous les actes de la vie, nous sommes les esclaves d'une esthétique conventionnelle. C'est que, dès notre enfance, on

---

(1) *Marche en flexion*, in *Revue du Touring-Club*, juillet 1898.

nous apprend que pour marcher d'une façon distinguée, il faut tenir le buste droit, ne pas remuer les bras et poser le pied sur le sol la jambe tendue et le pied en dehors. L'esthétique est partout..... Il n'en est pas moins vrai que pour longtemps, sans doute, nous sommes condamnés à la marche élégante du citadin. Non seulement on n'oserait, mais on ne pourrait pas, dans nos rues encombrées, prendre une allure rapide. Mais sur les routes libres, chacun n'a plus qu'un intérêt, arriver vite et sans fatigue. Or, on verra dans ce livre que chacun peut, au prix de quelques semaines d'entraînement, doubler et tripler la vitesse de son allure. A cet égard, les épreuves citées par le commandant de Raoul sont absolument concluantes. » (1)

Malgré la grande autorité du maître, en ce qui concerne la physiologie des mouvements, il semble permis de ne pas partager son enthousiasme et de chercher à se rendre compte comment il est arrivé à accepter sans réserve les idées émises dans le livre en question.

Et d'abord, il est difficile d'accepter cette opinion que si l'homme civilisé marche..... comme il marche depuis un temps immémorial, c'est qu'il est à cet égard « l'esclave d'une esthétique conventionnelle ! » Peut-on vraiment admettre que l'allure des hommes appartenant aux nombreuses civilisations qui se sont succédées et développées d'Orient en Occident, depuis les plus lointaines origines historiques, ait été influencée par des considérations d'ordre esthétique? Il n'y a qu'à examiner dans toutes les situations sociales et chez les

(1) Ouvrage cité, pages 5, 6 et 7.

populations les plus diverses les premiers pas de l'enfant des deux sexes, qui commence à progresser sans aide, pour constater que sa marche a les principaux caractères de celle du citadin adulte.

Plus tard, quand cet enfant est arrivé à l'âge de la puberté il conserve la même marche et ce n'est qu'arrivé à l'âge d'homme qu'il peut prendre plus ou moins, et très rarement d'ailleurs, l'allure en flexion, laquelle est la conséquence des marches longues et fatigantes qui résultent de son état social ou de sa profession. Quant à la femme qui, il faut le répéter, conserve plus que l'homme le type primordial, elle conserve toujours, sauf de très rares exceptions, la marche normale et cela, ainsi qu'on l'a également vu à propos de la cambrure de son pied, parce qu'elle marche beaucoup moins que l'homme.

Par suite, la marche ordinaire ou classique semble bien être la résultante de causes naturelles, encore obscures, sans doute, et ayant leur fondement dans l'évolution physiologique qui va de pair avec l'évolution civilisatrice. La caractéristique de cette marche peut être définie en quelques mots : progression avec le buste droit, la face perpendiculaire à l'horizon et la tête plutôt relevée, l'œil regardant le ciel, le posé du pied se faisant sur le talon avec la jambe en extension plus ou moins accentuée, dont le maximum est observé dans le pas de parade. Il paraît donc vraiment difficile au premier abord de considérer cette allure comme le résultat d'un snobisme universel, et de la condamner sans appel, eu égard aux résultats qu'elle fournirait comme rendement, vis-à-vis de l'allure dite en flexion.

Mais ces vues qui touchent un peu à la métaphysique sont loin d'être des raisons d'ordre mécanique et phy-

siologique, raisons que l'on est en droit de demander à quiconque veut envisager la question pleinement et selon les règles d'une saine critique.

Avant tout, il y a également lieu de définir la marche en flexion telle que la conçoivent et la décrivent MM. Regnault et de Raoul : « Ne lever les pieds que juste ce qu'il est nécessaire pour éviter les aspérités du sol, les jarrets ployés, le haut du corps penché en avant le plus possible, et reposer le pied bien à plat sans bruit. »(1) D'autre part, M. Marey fait à peu près la même description en la commentant dans sa préface : « Le rôle de la physiologie est d'expliquer le mécanisme des différents genres de marche; de montrer comment la simple inclinaison du tronc en avant force les jambes à se fléchir et le pas à s'allonger; comment la jambe fléchie permet au pied de se poser sur le sol, en évitant les chocs qui détruisent à chaque appui une partie de la vitesse acquise, en nécessitant pour recouvrer cette vitesse un nouvel effort impulsif; comment cette même flexion des jambes atténue ou supprime les oscillations verticales du centre de gravité, qui sont dans la marche citadine une cause de dépense de force, sans aucune utilité. »(2)

Avant d'examiner et de comparer les deux modes de marche si différenciés par les définitions qu'on vient de lire, il est utile de spécifier qu'entre ces deux modes, il existe nombre d'allures mixtes qui varient selon la profession, la race, le caractère et au besoin le milieu dans lequel on vit; c'est ainsi que le docteur Etchandy a très finement analysé les pas observés chez les indi-

---

(1) Ouvrage cité, page 29.
(2) Ouvrage cité, page 7.

vidus d'état social différent.[1] Mais entre ces causes secondaires, il en est une qui les prime toutes, c'est la conformation anatomique de l'individu qui varie à l'infini. En fait, si l'on observe attentivement les différents marcheurs qui passent dans une rue, on peut remarquer des allures en demi, quart, sixième de flexion ou bien, ce qui est encore plus fréquent, des sujets dont la marche offre seulement un ou deux des caractères de cette marche, sans en avoir les autres. D'autre part, le même individu ne marche pas dans ses appartements ou dans son jardin de la même façon que sur le trottoir de la ville qu'il habite.

Toutes ces considérations semblent devoir diminuer quelque peu l'importance nouvelle et spéciale que l'on a voulu donner dans ces derniers temps à la marche en flexion. Cependant, si on se place à un point de vue général, sans s'attacher à découvrir les nuances, on voit que les deux allures en extension et en flexion existent très différentes l'une de l'autre, principalement dans la marche au pas accéléré. Tout récemment, j'ai eu de fréquentes occasions d'examiner des centaines de jeunes gens et de nombreuses jeunes filles s'entraînant à la marche en vue des épreuves pédestres qui sont très à la mode en ce moment (octobre 1903). J'ai pu ainsi remarquer que, dans la marche accélérée, les nombreuses variétés d'allures s'effacent en grande partie pour ne laisser voir que les caractères principaux de la marche, et je dois ajouter que le mode en flexion, très rarement pratiqué dans la marche, l'est beaucoup plus dans la course de fond.

C'est donc dans les conditions présentées par la

---

(1) *La marche chez l'homme*, in *Monde médical,* 1er octobre 1896.

marche rapide qu'il semble préférable et même nécessaire de discuter les inconvénients et les avantages des deux modes de progression définis plus haut. Il reste admis, d'ailleurs, que par marche rapide, il faut entendre celle exécutée au pas accéléré et donnant lieu à une vitesse pouvant varier entre cinq kilomètres et demi et huit kilomètres à l'heure.

La marche est constituée par une série de chutes du corps en avant, chutes que les jambes ont pour destination d'arrêter au moment précis où le relèvement du corps doit être effectué de nouveau pour continuer sa progression. Mais, de même qu'il y a bien des façons de tomber, il y a aussi différentes façons de marcher, et l'important semble être de spécifier les conditions essentielles dans laquelle la marche doit être effectuée le plus rapidement et le plus longtemps possible, avec le minimum de fatigue.

On répète à l'envi que la marche est le meilleur des sports, parce qu'elle met en œuvre les fonctions organiques les plus importantes du corps humain, ce qui est absolument exact. Mais, on ne dit pas et d'ailleurs on ne sait pas assez que cet exercice est en même temps celui qui fatigue le moins, par ce fait qu'un grand nombre des mouvements auxquels il donne lieu sont en partie passifs, et c'est là la principale raison de son excellence.

Souvent même on croit à tort que la marche représente un effort considérable, parce qu'elle a pour but essentiel le déplacement du corps, dont le poids moyen est de 65 kilogrammes; mais ce déplacement ne peut pas être comparé à un transport effectué par les moyens ordinaires, car il absorbe beaucoup

moins de forces qu'on se l'imagine, surtout dans la marche normale.

A chaque pas de cette marche, le membre projeté en avant et en extension prend terre par le talon, pour empêcher le corps de tomber, et le maintien de cette extension verticale, opéré en très grande partie par des ligaments articulaires puissants, constitue une tâche très légère pour les muscles. De telle sorte que les deux segments du membre devenu rigide n'en forment momentanément qu'un seul, par suite de la juxtaposition perpendiculaire des os dans les articulations de la hanche, du genou et du cou-de-pied; et alors on peut dire que *le poids du corps qui s'exerce sur une ligne verticale, est supporté presque exclusivement par les os.*

Dans la marche en flexion, au contraire, quand le pied arrive à terre, la jambe fléchie sur la cuisse et la cuisse sur le bassin, les deux segments du membre sont obliques l'un sur l'autre et le poids du corps repose sur leurs extrémités supérieures, ce qui augmente considérablement l'action du levier ainsi établi. On voit aussitôt quel effort énorme ont à faire les extenseurs pour contrebalancer l'action de ce poids qui, on peut le dire, *au lieu d'être supporté par les os est supporté par les muscles.*

En outre, ces observations sont directement applicables aux muscles du tronc, lesquels ont très peu de travail à exécuter dans la situation presque verticale du corps qui caractérise la marche en extension, car les ligaments jaunes de la colonne vertébrale luttent presque assez efficacement, en se distendant, contre la légère inclinaison en avant, qui, avec la vitesse acquise, suffit pour donner à la marche normale un mécanisme presque entièrement passif. Tandis que dans le mode

en flexion, le penché du tronc en avant nécessite un travail considérable des muscles extenseurs constitués par la masse des fessiers et des spinaux postérieurs, lesquels restent forcément dans une contraction énergique et permanente pour retenir le tronc dans une flexion suffisante.

En somme, dans la marche en extension, la situation dans un même plan vertical des différents segments du corps, les uns au-dessus des autres, fait que le mécanisme de la progression est en grande partie passif, tandis que dans la marche en flexion, le corps représente un ensemble de trois segments inclinés les uns sur les autres, à la façon des lignes d'un Z, lesquels, pour être tenus dans un équilibre assez instable d'ailleurs, nécessitent l'action constante des muscles extenseurs. Aussi, les différents temps de cette progression sont constamment actifs, et par suite, plus fatigants.

On dit que ce genre de marche est plus souple, cela est vrai, et le commandant de Raoul insiste sur cette considération que la flexion, reconnue nécessaire dans le saut pour amortir la chute, a tout autant sa raison d'être dans la marche et la course. Sans doute, les muscles qui, dans ce cas, ont à supporter les différents à-coups, peuvent être comparés à des ressorts qui, en s'affaissant plus ou moins sous les chocs, amortissent les vibrations qui en résultent, mais cet avantage est obtenu au prix d'une fatigue notable, laquelle est certainement plus considérable, comme on le verra, que celle qui est produite par le choc des talons, choc qui, il faut le reconnaître, constitue, sans aucun doute, le grand, mais on peut dire le seul inconvénient de la marche en extension, quand elle est pratiquée sur un sol résistant.

Sans doute, c'est avec raison qu'on recommande toujours de maintenir les différents segments du corps en flexion pendant le saut, afin d'éviter la commotion produite à l'arrivée des pieds sur le sol; mais le saut est un exercice court et rarement renouvelé qui ne peut vraiment pas être comparé à la marche. Qu'on essaie pendant très peu de temps de pratiquer la simple station en flexion sur les deux jambes et surtout sur une seule, on pourra ainsi apprécier facilement et promptement l'énorme fatigue que cette position produit.

Au contraire, la station avec le buste droit sur les deux jambes en extension, ou même sur une seule jambe rigide avec l'autre à demi-fléchie, de façon à appuyer fort peu sur le sol, situation à laquelle on a donné le nom de position *hanchée,* est non seulement très peu fatigante, mais relativement reposante, par ce fait que les articulations de la hanche et du genou étant dans l'extension extrême et dans la même ligne verticale, leurs ligaments articulaires, en complet état de tension, en avant pour la hanche et en arrière pour le genou, ainsi que les ligaments intra-articulaires dans le même état, soulagent grandement les muscles extenseurs dont la contraction est à peu près nulle.

Dans ces conditions, on peut dire que la statique très différente des trois principaux segments du corps pendant les deux marches donne lieu à un dynamisme également très différent de l'ensemble du système musculaire.

Voilà donc un premier point concernant la fatigue bien plus considérable produite par l'action très différente et beaucoup plus complète du mécanisme musculaire dans la marche en flexion, vis-à-vis de la marche en extension, qui semble être acquis et qui paraît ne

pas avoir été signalé jusqu'ici, principalement par les promoteurs de cette marche, qui ne l'ont ni examiné, ni par conséquent interprété.

C'est là, on en conviendra, une lacune regrettable, car cette étude analytique eût pu contribuer à leur faire modifier les conclusions beaucoup trop radicales qu'ils ont émises sur les avantages du mode en flexion. Aussi, est-il nécessaire de les suivre sur le terrain qu'ils ont choisi pour établir ces conclusions, en envisageant et en interprétant les raisons et les preuves qu'ils ont fournies pour établir la supériorité de cette marche.

CHAPITRE II

Oscillation verticale et oscillation pendulaire. — La marche en flexion est une course déguisée. — Commotion produite par le choc du talon.

Les auteurs du livre : « *Comment on marche* », après avoir présenté les images et les épures chronophotographiques des deux marches, ont dressé un tableau comprenant le relevé des valeurs destinées à permettre de comparer les deux allures. A vrai dire, la plupart de ces valeurs offrent les différences fort peu intéressantes et d'ailleurs les auteurs constatent que la différence la plus remarquable est la diminution d'amplitude de l'oscillation verticale, laquelle d'après M. Marey « est dans la marche citadine une cause de dépense de force sans aucune utilité ».

Tout d'abord, il est nécessaire de bien spécifier, pour les personnes peu au courant de la physiologie de la marche, ce que l'on entend par « oscillation verticale ». On n'a qu'à considérer un homme qui s'éloigne en marchant et on peut constater qu'à chaque soulèvement du talon, le corps s'élève d'une certaine hauteur et s'abaisse d'autant, aussitôt que le pied lancé en avant reprend terre.

Cette projection verticale du corps est plus visible quand on observe s'éloigner devant soi un peloton de soldats marchant au pas. Dans ces conditions, toutes les têtes et toutes les baïonnettes s'élèvent en même

temps. Enfin, le fait est encore plus sensible quand le soleil, suffisamment voisin de l'horizon, frappe un marcheur, dont l'ombre agrandie est projetée contre un mur. Du reste, il y a longtemps que les poètes ont comparé aux flots de la mer les grands rassemblements d'hommes en mouvement.

On sait d'ailleurs que la hauteur de l'oscillation verticale est d'environ trois centimètres, pendant la marche ordinaire, c'est-à-dire pendant celle de 5 à 6 kilomètres à l'heure exécutée par un homme de taille moyenne, et laquelle peut être soutenue longtemps et presque sans fatigue sur une route horizontale.

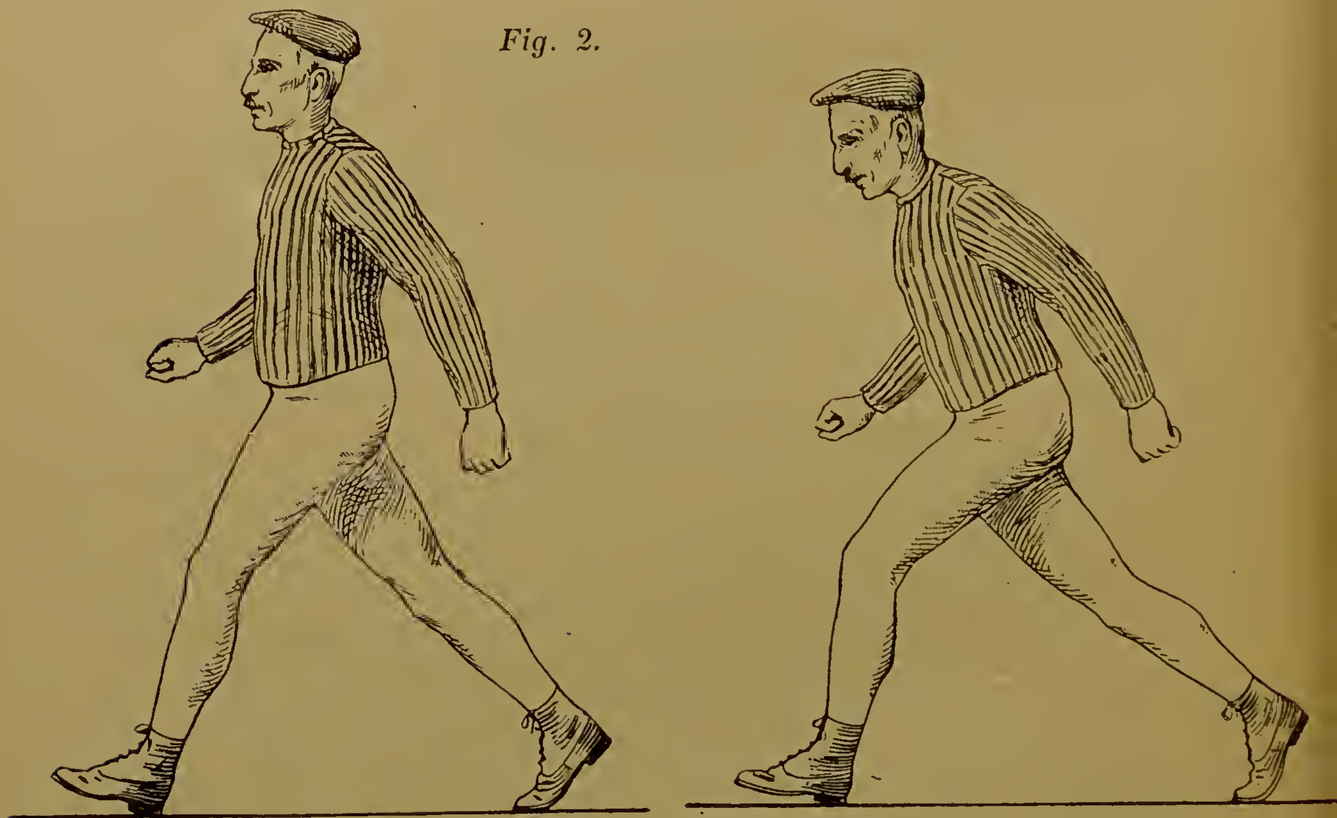


Fig. 2.

MARCHE EN EXTENSION — MARCHE EN FLEXION

(D'après les chronophotographies exécutées dans la maison Gaumont et Decaux de Paris).

La figure 2 représente le même sujet exécutant les deux genres de marche, ce qui permet de voir que :

« 1° le corps est plus incliné en avant dans la marche en flexion que dans la marche ordinaire; 2° la jambe posant à terre est plus fléchie sur la cuisse; 3° la jambe qui termine son appui est plus fortement inclinée sur l'horizontale. Il s'ensuit que le choc du pied qui pose sur la terre étant transmis au corps par un levier plus brisé, se trouve amorti, et l'effort de propulsion du pied qui quitte le sol, se faisant suivant un angle qui s'écarte plus de la verticale, est plus favorable à la progression. » (1)

Cette description qui a trait aux gravures représentant les mêmes photographies des deux marches dans le livre en question, gravures que je regrette de n'avoir pu reproduire, peut s'appliquer rigoureusement à la figure ci-contre, sans qu'on soit obligé d'adopter les conclusions que les auteurs croient pouvoir en tirer.

Dans cette figure, il est déjà important de remarquer que le posé du pied se fait non à plat, comme le veulent certains partisans de la marche en flexion, mais sur le talon, et cela pour spécifier que c'est le meilleur moyen dans l'une et l'autre marche d'obtenir un pas plus long; car le posé à plat ne peut se faire que quand la jambe est dans la verticale, tandis que le posé sur le talon peut se faire quand la jambe, dans son oscillation pendulaire a plus ou moins dépassé la verticale.

Quoiqu'il en soit, cette description strictement exacte, si l'on observe les gravures, offre l'énorme lacune de ne pas mentionner la force dépensée comparativement dans l'une et l'autre marche. Or, en s'en tenant tout d'abord à la simple inspection des deux allures, il

(1) Ouvrage cité, page 76.

paraît déjà évident que la marche en flexion exige une action énergétique beaucoup plus grande, par le penché en avant, la flexion de la jambe suspendue et surtout par l'extension beaucoup plus grande de la jambe posée. L'effort plus considérable mis en œuvre est flagrant ! Ce n'est là évidemment qu'une impression visuelle, mais il semble bien qu'elle doive être la même pour tout observateur. Comment d'ailleurs est-il possible d'admettre un instant, en se plaçant au seul point de vue mécanique, qu'avec un pas plus long et plus rapide on ne fatigue pas plus. La vitesse n'est-elle pas toujours fonction de la force ?

Mais c'est le cas avant tout de revenir sur le mécanisme de l'oscillation verticale qui ne semble nullement donner lieu à une dépense de force inutile, ainsi que l'admettent, après le professeur Marey, nombre de physiologistes et de professionnels de la marche, en déclarant que cette même force perdue serait utilisée pour être transformée en projection horizontale, ou poussée en avant dans la marche en flexion ; d'où une progression plus facile et plus rapide.

« Au lieu d'avoir à exécuter, comme dans les allures ordinaires sur une jambe presque raide, le mouvement de passe-rivière qui exige le soulèvement de tout le corps, la jambe antérieure déjà en partie fléchie continue son mouvement de flexion et le corps ne passe par dessus son point d'appui extérieur qu'avec un soulèvement très faible. L'extension de cette jambe ne se produisant qu'au moment où le centre de gravité du corps a bien dépassé la base de sustentation, son action se fait dans une direction oblique de bas en haut et d'arrière en avant, bien plus favorable à la progression. C'est donc une utilisation plus complète et plus ration-

nelle du travail musculaire de cette jambe ». [1] Il y a dans ces lignes deux erreurs capitales qu'il semble nécessaire et en même temps facile de démontrer.

Tout d'abord, le *mouvement de passe-rivière* de la marche normale a du bon, car s'il exige le soulèvement de tout le corps, ce soulèvement se produit avec le minimum de dépense de force, ainsi qu'on va le voir.

D'autre part, si on ne peut nier que l'utilisation du travail musculaire de la jambe posée soit plus complète, puisqu'elle est en effet plus considérable, on ne peut pas admettre qu'elle soit plus rationnelle, tant s'en faut, car si l'on compare le corps à un projectile en mouvement, on voit dans ce cas que la trajectoire est plus tendue, c'est-à-dire qu'elle a une flèche plus courte et cela pour parcourir une distance plus grande ! Or il est universellement admis qu'en pareil cas l'impulsion initiale doit être beaucoup plus forte et par suite exige une dépense d'énergie plus considérable. On ne peut donc pas dire dans l'espèce que l'utilisation du travail musculaire soit plus rationnelle.

En outre, le mouvement de passe-rivière produisant la projection verticale, donne lieu, avec l'*oscillation pendulaire* du membre lancé en avant, dont il va être parlé, à un état demi-fléchi de la jambe, position qui résulte de la vitesse un peu inégale des deux segments du pendule dont la charnière est constituée par l'articulation du genou. On comprend facilement que le segment inférieur dans son mouvement de descente soit un peu en retard sur le segment supérieur qui est la cuisse, ce qui donne lieu à cette demi-flexion toute passive qui aurait également lieu si le pendule,

(1) Page 83.

au lieu d'être constitué par la cuisse et la jambe, était construit avec deux barres de fer articulées par une charnière. Tandis que dans la marche en flexion, l'oscillation pendulaire est contrariée dans son mouvement par la flexion exagérée du genou, laquelle nécessite une contraction musculaire et rend ce mouvement actif. Mais il y a lieu d'en finir avec l'oscillation verticale.

Une expérience démonstrative très simple, que chacun peut faire à tout instant, est la suivante : se tenir debout et droit les pieds joints, devant une glace fixée verticalement à un mur, en plaçant devant soi un meuble destiné à être saisi, par les mains, pour ne pas tomber ; exécuter ensuite le moindre penché du tronc ou simplement de la tête en avant, *en se laissant aller,* et l'on commencera aussitôt une chute, en esquissant dans l'espace avec le sommet de la tête une trajectoire facile à constater qui représentera l'oscillation verticale, et cela, sans dépenser le moindre effort sensible, puisque cet exercice pourra être renouvelé indéfiniment.

Au contraire, que l'on essaie, en restant dans la même position, mais sans pencher le corps ni la tête en avant, de soulever les deux talons en se plantant sur les orteils, on percevra aussitôt une fatigue très nette produite par le travail des muscles des mollets qui ne seront contractés, pour soulever effectivement tout le poids du corps, en donnant lieu à la même projection verticale. Il est facile de voir et d'apprécier que la fatigue serait encore bien plus grande, si le même exercice n'était exécuté qu'avec un seul pied, comme c'est le cas pendant la marche.

Il s'ensuit donc que l'oscillation verticale observée pendant la marche normale et produite *avec*, mais non *par* le soulèvement du talon, est un mouvement pres-

que entièrement passif pour les membres inférieurs, mouvement dû à un simple et léger penché du buste en avant. En somme, c'est au poids du corps, c'est-à-dire à *l'action de la pesanteur* qu'est due cette projection en haut du corps qui tombe en avant!

Cela semble paradoxal au premier abord, mais l'explication très simple en est donnée par le fait du déroulement du pied qui se produit du talon aux orteils et que l'on peut comparer et même assimiler à la progression d'une roue, dont les différents points de la circonférence, après être descendus pour prendre contact avec le sol, remontent pour recommencer bientôt à descendre sous l'influence d'une impulsion quelconque et en particulier de celle de la pesanteur, si le plan sur lequel évolue la roue est incliné.

En fait, les pieds constituent chacun un vrai segment de roue qui se déroule alternativement avec son congénère, de façon à produire le roulement continu qui donne lieu à la marche. Il est bon de remarquer que la vitesse acquise ajoute encore au léger penché en avant nécessaire pour faire passer la ligne du centre de gravité du tronc en avant des têtes des fémurs qui le supportent.

D'ailleurs, cette expérience servant à démontrer le mécanisme ou la mise en train de l'oscillation verticale peut être schématisée de bien des manières, avec le premier objet venu que l'on a sous la main et qui repose sur une base quelconque. Il suffit, par exemple, de pousser par son dossier une chaise, de façon à la faire basculer sur ses pieds d'avant, pour donner lieu à une projection verticale du haut de ce dossier et cette projection sera d'autant plus considérable que la distance comprise entre les pieds d'avant et ceux d'arrière sera

plus grande, puisque c'est le développement de cette distance en haut qui donne la mesure de la projection verticale.

C'est ce moyen assez grossier que l'on emploie, à défaut d'autres, quand on est dans la nécessité de faire avancer sur le sol un bloc de pierre trop lourd pour être porté ; on le bascule en avant, en commençant par élever sa face postérieure au moyen de leviers, si la force des mains ne suffit pas, et la chute qui résulte de cette bascule fait progresser la pierre. La traîner, en la tirant, demanderait beaucoup plus de travail, de même que traîner les pieds par terre pour avancer, ainsi que le font forcément les demi-paraphégiques, demande un effort bien plus considérable et plus fatigant que de faire soulever les talons par le penché du haut du corps, lequel penché agit en somme comme un levier.

On a vu plus haut que le penché en avant, strictement nécessaire pour donner lieu à la progression, s'effectue avec le minimum d'action musculaire, puisque la simple distension des ligaments jaunes de la colonne vertébrale suffit pour obtenir ce penché qui incite aussitôt à la marche, laquelle peut être considérée à ce point de vue comme une course de l'individu après son centre de gravité qu'il ne peut atteindre..., qu'en s'arrêtant. Mais il est utile de remarquer que l'on peut marcher sans ce penché et sans la moindre oscillation verticale, avec la seule action des jambes. Dans ce cas, le pied porté en avant doit toucher complètement terre avant que l'autre soit relevé.

C'est la marche solennelle des hauts dignitaires et du clergé dans les processions, c'est également le pas de parade encore usité dans l'armée allemande. On peut encore citer dans le même ordre d'idées la marche en

arrière, la marche de côté, avec laquelle on tomberait très facilement si l'on se penchait trop du côté où l'on progresse, parce que le centre de gravité s'éloignerait trop vite de la base de sustentation. Enfin, il faut également constater que l'on peut marcher, même le corps penché en avant, sans donner lieu à la moindre oscillation verticale, en ayant toujours les deux pieds posés à la fois et à plat au moment où celui d'arrière doit être porté en avant.

Mais il y a lieu d'admettre que ces différents modes de progression, tout en donnant lieu à une marche lente, sont tous plus fatigants que la marche normale, parce qu'ils exigent des différents groupes de muscles qu'ils mettent en œuvre dans les membres inférieurs un rôle actif, tandis que, on ne saurait trop le répéter, la marche ordinaire est surtout constituée par des mouvements passifs, jusque et y compris l'oscillation pendulaire de la jambe portée en avant, sur laquelle il y a lieu de s'arrêter un moment.

On sait que l'oscillation pendulaire est le mouvement opéré par la jambe portée en avant, pendant que le pied posé se déroule avec le soulèvement du talon, comme on vient de le voir, en donnant lieu à la projection verticale du corps. Et il est utile de noter aussitôt que, sans la projection verticale, l'oscillation pendulaire ne peut pas se faire : c'est là un fait très important à vérifier et à retenir!

Cette oscillation pendulaire a été étudiée pour la première fois et très complètement par les frères Weber, qui lui ont donné ce nom, vers 1840. Depuis cette époque, Giraud, Toulon et Duchenne de Boulogne d'abord, et ensuite M. Marey, ont démontré de différentes façons que ce mouvement n'était en réalité ni pendulaire,

ni absolument passif et que sa durée, qui ne varie toutefois que dans des limites excessivement faibles, est proportionnelle à la longueur du membre.

Mais l'observation des frères Weber relative à cette durée presque invariable, qu'ils ont estimée entre 0,33 et 0,34 de seconde, n'en est pas moins très intéressante et montre qu'en pratique ce mouvement, sans être strictement pendulaire, doit conserver ce nom, puisqu'il a sensiblement tous les caractères de la course du pendule. Et à ce propos, il est toujours bien entendu qu'il s'agit de la marche normale ou en extension, pratiquée naturellement et instinctivement, à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure environ. Car, si la marche est nettement accélérée ou très ralentie, l'oscillation pendulaire perd beaucoup de son caractère, sans cependant que sa durée varie d'une façon marquée.

Quoiqu'il en soit, il faut admettre que ce temps important de la marche en extension est presque également passif, tandis que le même temps de la marche en flexion demande une mise en œuvre active des muscles fléchisseurs, qui accaparent encore de ce chef une dose d'énergie plus ou moins considérable. Or les auteurs du livre « *Comment on marche,* » ne parlent pas de l'oscillation pendulaire et par suite ne comparent pas la force dépensée par ce même mouvement dans les deux marches.

Ils s'attachent surtout à faire remarquer la différence d'amplitude de l'oscillation verticale, dont la courbe est en effet plus tendue dans la marche en flexion qu'ils ont représentée, ainsi qu'on peut le voir sur leurs épures chronophotographiques, car sa flèche est, selon eux, plus courte de 2 centimètres, et ils calculent, en tenant compte des pas qui sont plus grands dans cette

marche, mais en commettant une grosse erreur, que les oscillations verticales donnent par kilomètre un soulèvement total de 73 m. 92 dans la marche ordinaire et 34 m. 48 seulement dans la marche en flexion (1).

En continuant ce calcul, on pourrait montrer en outre que la différence entre ces deux nombres multipliée par le poids d'un homme de taille et de corpulence moyenne et par l'unité de temps produirait un chiffre important de kilogrammètres économisés par kilomètre. Il en résulterait que pour une étape de 30 kilomètres que l'on demande fréquemment aux corps de troupe, la marche en flexion économiserait au même homme une somme énorme de force, pouvant être représentée en un chiffre respectable de chevaux-vapeur!

Mais s'il faut approuver les auteurs de n'avoir pas fait ce calcul, qui n'aurait pas pu cadrer avec les données de la physiologie, on peut cependant le regretter à certains égards; car les résultats excessifs auxquels ils seraient arrivés, les auraient évidemment éclairés sur la prétendue supériorité de la marche en flexion qu'ils ont entrepris d'établir et les auraient empêchés de commettre les exagérations et les erreurs dans lesquelles on tombe facilement, quand on ne tient pas suffisam-

---

(1) Les auteurs ont commis cette erreur en doublant les chiffres réels, qui doivent être ramenés, en admettant provisoirement le dispositif de leur expériences, à 36 m. 96 et 17 m. 24. Cette erreur s'explique par le fait qu'ils ont confondu le double pas avec le pas tel qu'on le comprend vulgairement et tel qu'il est admis dans ce travail ; mais cela ne change pas le rapport des chiffres et ne modifie en rien les déductions qu'on peut en tirer. Cependant il est utile d'ajouter qu'avec cette façon de comprendre le pas, les auteurs admettent une différence de 2 centimètres dans l'oscillation verticale, tandis qu'avec le pas normal, cette différence n'est que de 1 centimètre seulement, et cela en adoptant les chiffres du tableau qu'ils publient page 82.

ment compte des données très complexes d'un pareil problème à résoudre.

Il est bien évident que ce calcul hypothétique s'effondre devant le fait que chacun peut vérifier par l'expérience : *la projection verticale du corps dans la marche normale est due presque entièrement au simple penché minimum du tronc en avant et n'est produite que rarement, et pour une faible part, par la contraction des muscles postérieurs de la jambe ou du mollet, qui ne sont vraiment mis en œuvre que dans la marche en montée ou la marche très rapide, pour projeter le corps horizontalement en avant et donner lieu à un pas plus allongé.*

Le penché accusé en avant de la marche en flexion donne sans doute lieu à une vitesse plus grande du pas, en forçant le pied d'arrière à se lever plus rapidement, mais non à son allongement, comme on l'a cru à tort, car cet allongement ne peut être produit que par l'extension extrême du membre posé. C'est là d'ailleurs, avec le posé préalable du talon, la condition nécessaire et absolue dans tous les genres de marche pour obtenir l'allongement du pas.

L'extension du genou dans la jambe d'arrière est d'autant plus considérable que le membre est préalablement plus fléchi, d'où une oscillation de la cuisse sur la jambe qui donne lieu à une fatigue plus grande des muscles extenseurs de la cuisse, fatigue comparable à celle ressentie dans la montée des chemins en rampe ou des marches d'escalier. Sans doute on peut alléguer que le penché en avant diminue un peu l'effort donnant lieu à cette extension, mais cette détente qui est beaucoup plus grande que celle de la marche normale, laquelle n'existe pas, pour ainsi dire, n'en produit pas moins une fatigue très appréciable.

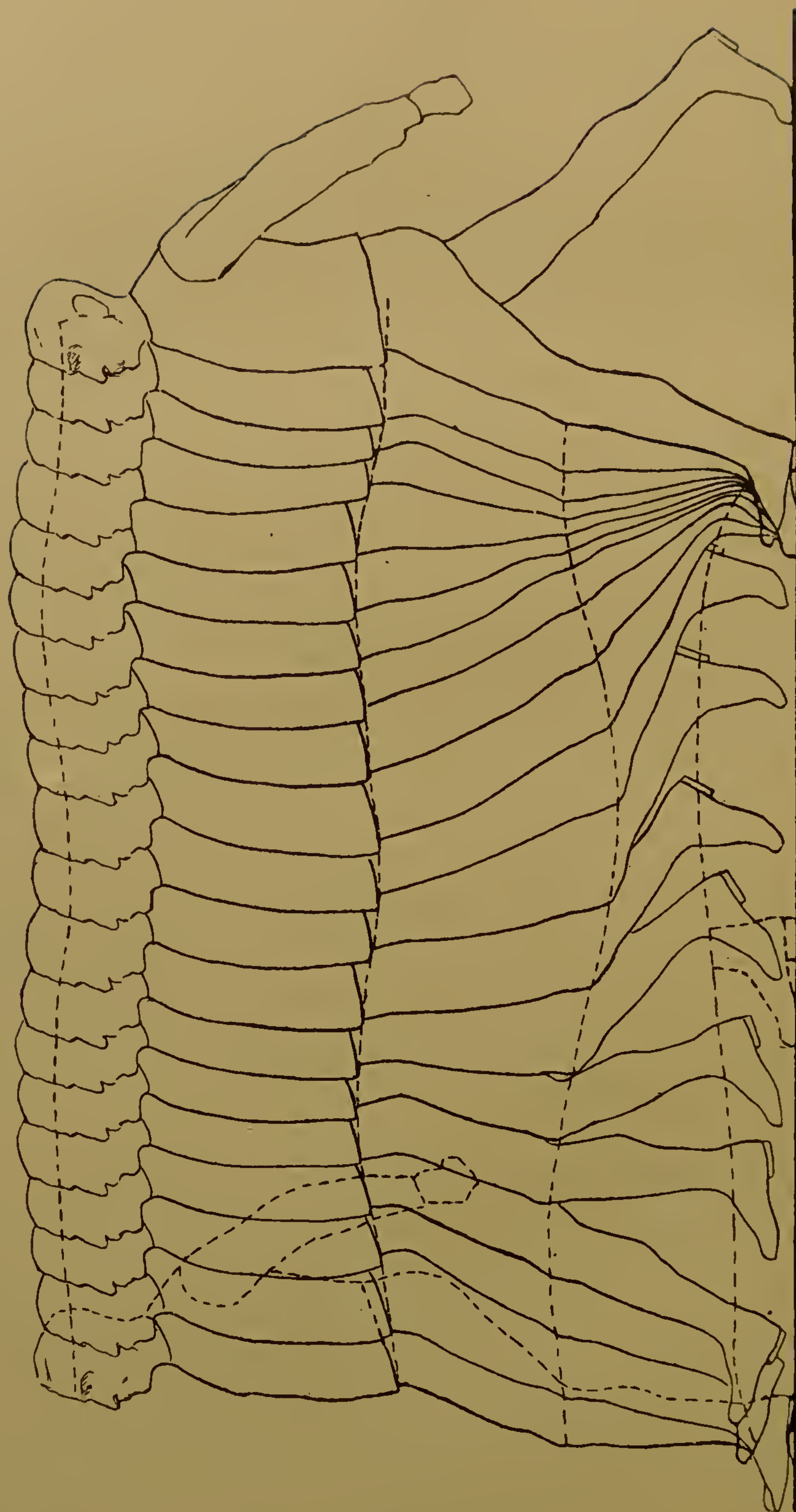
Pour continuer cette discussion sur les avantages et les inconvénients des deux modes de progression mis en cause, il paraît utile de présenter les épures demi-schématiques, mais rigoureusement exactes construites sur les *images chronophotographiques* représentant le même individu marchant en extension et en flexion. Ces épures offrent l'avantage de pouvoir représenter plus facilement un même point de la tête et les centres articulaires et de figurer par des lignes ponctuées les courbes suivies par ces différents points, pendant les mouvements nécessités par la marche.

Ainsi qu'on peut le voir, le sujet ayant une taille de 1 m. 82 et encore très bon marcheur, bien qu'âgé de cinquante-huit ans, a exécuté les deux marches avec la même rapidité, c'est-à-dire avec des pas de même longueur et de même vitesse, en faisant approximativement 3 mètres à la seconde, soit 10 kil. 800 à l'heure.

A cet égard, une première critique à adresser aux auteurs, et elle paraît fondamentale, c'est d'avoir chronophotographié l'individu marchant à des vitesses différentes, dans les deux allures, ce qui empêche de faire toute comparaison établie sur la même base, et ce qui leur a fait commettre la grosse erreur dont il va être parlé.

Ainsi le commandant de Raoul, qui s'est constitué le sujet de l'expérience, exécute ses pas en 0,35 de seconde, dans la marche en flexion au lieu de 0,45 de seconde dans la marche en extension. En outre, la longueur du pas est de 1 m. 14 dans le premier cas et de 0 m. 81 dans la marche classique. Ces différences donnent 11.430 mètres, au lieu de 6.480 à l'heure! Il y aurait évidemment de quoi triompher, si l'on pouvait prouver que ce résultat est dû au mode en flexion.

Fig. 3.



ÉPURE CHRONOPHOTOGRAPHIQUE (DEMI-SCHÉMATIQUE) DE LA MARCHE EN EXTENSION

(D'après les chronophotographies exécutées dans la maison Gaumont et Decaux, de Paris.)

Fig. 4.



ÉPURE CHRONOPHOTOGRAPHIQUE (DEMI-SCHÉMATIQUE) DE LA MARCHE EN FLEXION

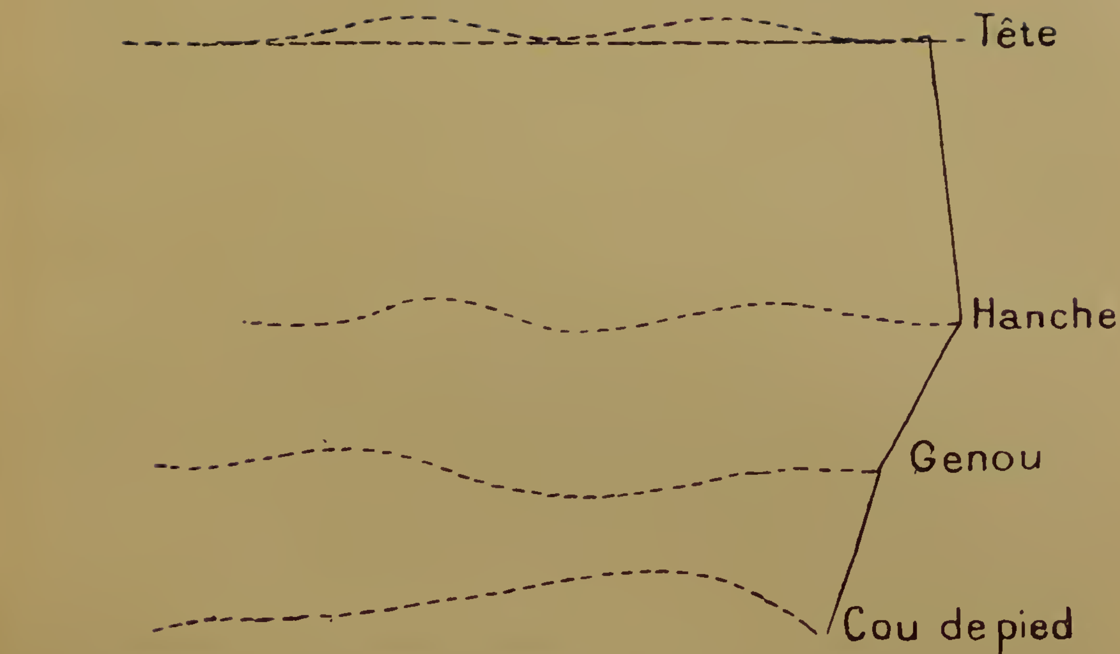
(D'après les chronophotographies exécutées dans la maison Gaumont et Decaux, de Paris.)

Mais on est en droit de demander : pourquoi un pas si rapide et si long d'un côté, et un pas si lent et si court de l'autre? Rien n'empêchait l'expérimentateur d'exécuter approximativement les mêmes pas en durée et en dimension, dans les deux cas!

Chaque jour on peut voir au Racing-Club, ou dans d'autres sociétés sportives, des champions de la marche faire approximativement « du onze et demi à l'heure » avec des pas de 0,35 de seconde de durée et de 1 m. 15 de longueur environ. Réciproquement, il est très simple de pratiquer la marche en flexion à une vitesse modérée, en faisant des pas analogues, comme durée et dimension à ceux de la marche ordinaire en extension, qui donne du « six à l'heure ». Par conséquent, on ne comprend pas pourquoi les deux modes de marche n'ont pas été exécutés à la même vitesse afin de pouvoir mieux les comparer ; car il est très certain que les résultats de la comparaison ont été faussés.

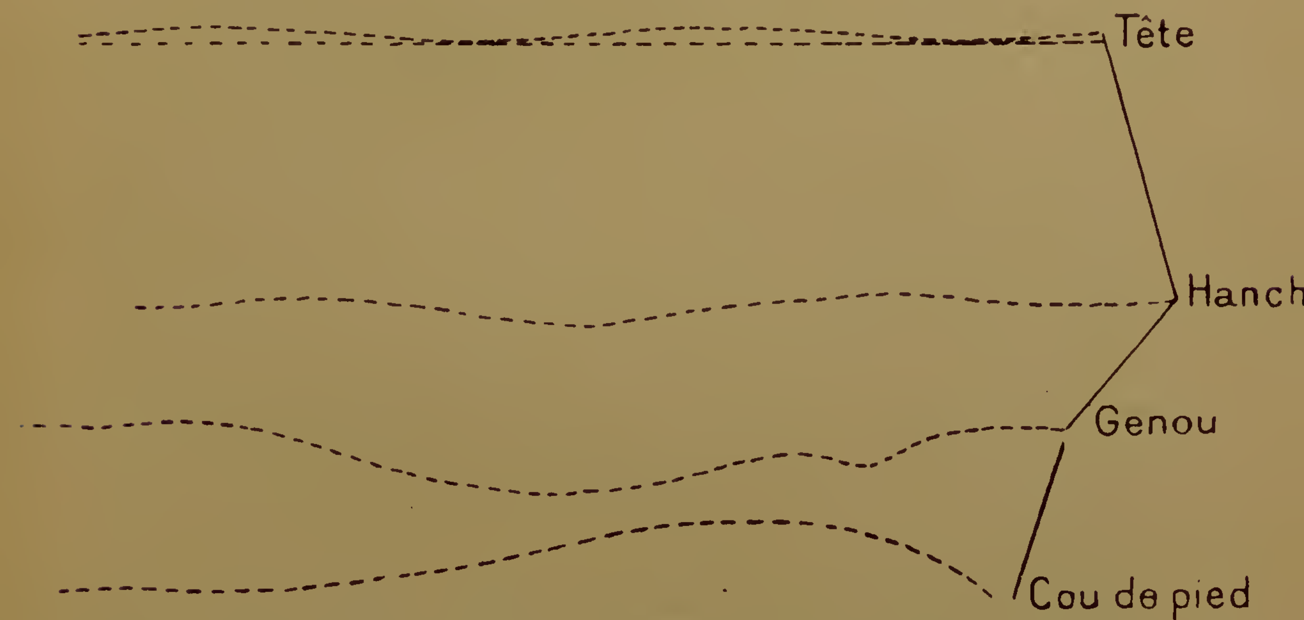
Quoiqu'il en soit, l'inspection des figures, telles qu'elles résultent de l'expérience ainsi mal constituée, permet de suivre les lignes parcourues par la tête et les trois centres articulaires du membre inférieur, et de constater que si les deux lignes supérieures sont un peu plus mouvementées dans la marche ordinaire, en raison de l'oscillation verticale qui est dans ce cas plus grande de 1 centimètre, les deux lignes inférieures montrent beaucoup moins de cascades que celles de la marche en flexion. Ce fait indique, d'une façon évidente, que, dans le dernier cas, les amplitudes oscillatoires des segments des membres inférieurs sont beaucoup plus accusées, et par suite que les muscles fléchisseurs et extenseurs ont à travailler énormément plus dans la marche en flexion.

Fig. 5.



TRAJECTOIRES DE LA TÊTE ET DES CENTRES ARTICULAIRES DANS LA MARCHE EN EXTENSION
(Tiré des épures chronophotographiques du livre « *Comment on marche* », p. 80).

Fig 6.



TRAJECTOIRES DE LA TÊTE ET DES CENTRES ARTICULAIRES DANS LA MARCHE EN FLEXION
(Tiré des épures chronophotographiques du livre « *Comment on marche* », p. 81).

Au surplus, c'est ce qui a déjà été constaté plus haut par la simple analyse des mouvements et l'avantage offert par ces tableaux graphiques, dont les lignes ponctuées ressemblent presque absolument à celles qui figurent sur les épures chronophotographiques représentées plus haut (fig. 3 et 4), est de permettre d'avoir une appréciation visuelle du mécanisme musculaire très différent qui caractérise les deux allures. Cependant, si l'on est mis en demeure de tirer de l'examen de ces figures une déduction pratique, il semble que cette dernière doive être diamétralement contraire à celle émise par les promoteurs de la marche en flexion, c'est-à-dire que pour pratiquer cette marche, il est absolument nécessaire qu'une quantité déterminée de force nerveuse et musculaire soit dépensée par le moteur humain en plus de celle demandée par la marche normale, non seulement pour donner lieu à un pas plus long et plus rapide, mais même pour obtenir un rendement égal.

Mais il n'y a plus, et là est la raison pour laquelle j'ai tenu dans mes expériences chronophotographiques à ce que le sujet exécute devant l'objectif les deux genres de marche avec des pas d'une longueur et d'une vitesse sensiblement égales, c'est que l'oscillation verticale plus considérable, observée dans la marche en extension par les auteurs qui, principalement pour cette raison, admettent la supériorité du mode en flexion, est le résultat d'une mauvaise conception expérimentale et d'une fausse interprétation des phénomènes observés.

Car si les pas sont égaux en vitesse et en durée dans les deux cas, on observe une oscillation verticale *semblable* et peut-être même un peu supérieure dans

la marche en flexion, ainsi qu'on peut le voir en comparant les figures 3 et 4, représentant les images chronophotographiques des deux marches.

En outre, si l'on fait varier la longueur des pas, de telle sorte que ces derniers soient nettement plus longs dans la marche en extension que dans la marche en flexion, on peut remarquer que l'oscillation verticale est plus considérable dans cette dernière; mais à la condition de conserver l'allure au pas accéléré.

Par suite, il semble devoir être définitivement admis, ainsi qu'il l'a été démontré plus haut, que l'oscillation verticale n'est pas une cause de dépense inutile de force dans la marche, mais encore que l'opinion contraire professée par M. Marey et ses élèves pour soutenir la supériorité du mode en flexion, n'a même plus lieu d'être discutée, puisqu'en principe, cette oscillation est la même dans les deux marches et que quand elle est moindre, cela tient à une plus grande longueur des pas dans un cas comme dans l'autre.

L'explication très simple du fait réside dans ce mécanisme que plus le pas est long, plus grande est l'inclinaison en avant de la jambe posée, position qui diminue la projection du corps en haut, au moment où il passe au niveau de sa base de sustentation. A ce propos, il est bon de spécifier que la marche exécutée par mon sujet, à la vitesse de 10 kil. 800 à l'heure, dans les deux allures, a été trop rapide pour donner la valeur maximum de l'oscillation verticale, puisque ce maximum ne semble être atteint que dans la marche normale (5 à 6 kilomètres à l'heure), laquelle, il faut le répéter, peut être continuée le plus longtemps, avec le minimum de fatigue, beaucoup plus longtemps même que la marche lente.

Une autre considération qui semble bien montrer que la marche ordinaire est constituée en grande partie par des mouvements passifs des membres inférieurs, c'est qu'on rencontre fréquemment des sujets, ayant un système musculaire de ces membres très peu développé et même défectueux, qui sont de très bons marcheurs. Dans un travail intéressant publié dans le courant de l'année par le journal de médecine militaire *Le Caducée*(1), le docteur M. Boigey, médecin aide-major, a montré qu'il n'y avait pas lieu d'exempter du service militaire les sujets présentant des membres inférieurs à système musculaire plus ou moins défectueux, avec absence de mollets, pas plus que certains hommes ayant des pieds plats même très accusés; l'essentiel dans ce dernier cas étant que l'axe anatomique du pied soit dans le même plan que l'axe vertical de la jambe, c'est-à-dire que le pied ne soit pas renversé.

En ce qui concerne l'atrophie musculaire des membres inférieurs, je pourrais citer de nombreuses observations relatives à d'excellents marcheurs qui avaient des jambes en fuseau ou « en allumettes ». L'un d'entre eux, facteur rural depuis 25 ans, fournissait allègrement chaque jour ses 30 kilomètres, sans ressentir la moindre fatigue. Je vais donc plus loin à cet égard que le docteur Boigey qui explique que l'absence de mollets chez les bons marcheurs (en prenant les nègres comme types) est due à une autre répartition de la substance contractile dans la jambe, qui aurait ainsi une forme cylindrique, car, je le répète, on peut rencontrer souvent de bons marcheurs présentant une atrophie marquée

(1) La jambe et le pied dans leurs rapports avec l'aptitude à la marche, in *Le Caducée*, N° du 20 juin 1903.

de tous les muscles des membres inférieurs. Mais il ne faudrait pas demander à ces sujets des exercices nécessitant de la part de ces mêmes muscles de grands efforts, tels que la marche très accélérée, la *marche en flexion*, ou le saut en hauteur comme en longueur par exemple ; car les résultats obtenus seraient plus que médiocres.

Il y a plus, c'est que certains de ces individus à musculature inférieure peu développée, pratiquent mieux la course que la marche très accélérée. Il faut dire que la course de fond en extension ressemble beaucoup à la marche ordinaire, à l'égard du travail très peu considérable qu'ont à fournir les jambes, mais à la condition, bien entendu, que les fonctions cardio-pulmonaires soient normales. Tandis que la marche très accélérée, aussi bien que la course de vitesse, demandent un concours effectif des jambes, que peu de sujets sont en puissance de fournir.

Il est certain que l'homme peut marcher avec une grande vitesse, en augmentant au maximum la longueur du pas et en cherchant à en diminuer la durée. Il lui suffit, pour cela, d'opérer l'extension complète du membre qui vient de toucher le sol pendant que l'autre membre flotte. De cette manière, lorsque le membre oscillant vient prendre terre, l'autre membre a terminé son extension et se détache immédiatement du sol. Le double pas ne dure alors que le temps nécessaire au transport en avant de chaque membre flottant et le corps ne touche réellement le sol que par un seul pied à la fois. Cette espèce de marche accélérée tient le milieu entre la marche et la course, mais elle est fatigante et nombre de sujets préfèrent courir que de la pratiquer.

C'est la raison pour laquelle les pédestriens anglais

disqualifient les concurrents qui, dans une épreuve de marche, font la moindre tentative de course. Leur marche spéciale « *toe and heel* — orteil et talon, » dite loyale et classique, qui est pratiquée le corps droit et même cambré, la tête en arrière, consiste à ne pas quitter terre avec le pied d'arrière appuyé sur les orteils, avant que le talon du pied d'avant n'ait pris appui, sans quoi il y a levage « *lifting*. » C'est une épreuve très sévère, destinée à mesurer l'énergie, la vitesse et l'endurance vis-à-vis de ce mode de progression qui doit être accompli uniquement par les jambes, sans être aidé par le penché en avant. Elle est destinée, en même temps, à empêcher toute *tricherie* de la part des concurrents qui seraient tentés de courir. Comme on le voit, cette allure est en tout contraire au mode en flexion et représente l'allure en extension dans toute sa rigueur.

Pendant une de ces épreuves, à laquelle j'ai assisté à Manchester, j'ai pu mesurer des pas de 1 m. 15 à 1 m. 20, effectués couramment par des individus de taille au-dessus de la moyenne sans doute, mais qui n'en nécessitaient pas moins, pour être exécutés, une intervention exclusive et puissante des jambes, principalement au moyen des muscles extenseurs. Par exemple, je n'ai pas remarqué que le bras soit poussé en avant du même côté que la jambe qui oscille, contrairement à ce qui a été avancé par M. Baradat, dans la description qu'il a faite de cette marche. (1)

Il est presque inutile de faire remarquer de nouveau qu'avec cette allure, l'oscillation verticale est diminuée et que c'est là la condition première pour faire de

---

(1) Baradat, *Pédestrianisme* (*Revue des jeux scolaires*, mars 1893, Bordeaux).

grands pas. Cependant, on a déjà vu que plus une trajectoire doit être longue, plus sa flèche doit augmenter. C'est là une règle, on peut même dire une loi qui semble devoir être applicable non seulement aux projectiles, mais à tous les modes de progression. A ce propos, M. Raymond, le très distingué secrétaire général du Racing-Club de France, me faisait observer très justement que les meilleurs sauteurs en long sont ceux qui sautent le plus haut. Sans doute il est nécessaire, avant le saut, de posséder une grande vitesse, que l'on acquiert en courant aussi vite que possible; mais si on ne sautait pas en haut, la vitesse acquise n'aurait pas le temps voulu pour agir et on toucherait terre trop tôt, sans bénéficier suffisamment des efforts produits pour obtenir cette vitesse.

En un mot, plus la trajectoire est élevée à la suite d'un grand élan, plus elle est longue. Cette loi devrait donc être absolument applicable à la marche, comme à la course; mais il y a lieu toujours d'admettre, comme il l'a été spécifié plusieurs fois dans le cours de cette étude, qu'il ne peut être question que de la marche normale, c'est-à-dire de celle dans laquelle le pied d'arrière ne doit quitter terre que quand le pied d'avant est posé, car autrement, il ne peut s'agir, avec un autre mode de marche accélérée, que d'une *course déguisée,* et ce nom semble vraiment pouvoir être donné à la marche en flexion, laquelle en dernière analyse peut valablement être considérée comme un genre de course, qui, pour beaucoup de sujets est plus fatigant que la course de fond en extension.

D'ailleurs, si l'on considère la figure 6 représentant les trajectoires de la tête et des centres articulaires de la marche en flexion, en la comparant à ces mêmes

trajectoires de l'épure chronophotographique de la course en flexion, représentée page 87 du livre « *Comment on marche* », on est frappé de voir que les lignes ponctuées représentant ces trajectoires sont tellement semblables qu'elles semblent avoir été calquées les unes sur les autres !

C'est là une remarque très intéressante qui doit vraisemblablement avoir été faite par les auteurs, mais qui a été omise dans leur livre, ce qui est étonnant et regrettable, car cette observation est évidemment instructive et renforce la théorie soutenue ici à l'égard du mécanisme de l'oscillation verticale.

Mais alors, peut-on demander, comment expliquer que dans la course, où la trajectoire du pas ou du double pas est notablement plus longue que dans la marche, l'oscillation verticale est plutôt moindre ? C'est que dans ce mode de progression, comme dans le mode en flexion, l'action des jambes est beaucoup plus considérable que dans la marche et que, par suite, l'impulsion initiale produite à chaque pas, qui est plus long, supplée à la hauteur de la flèche pour augmenter la longueur de la trajectoire. Au surplus, cette hauteur a moins de tendance à se produire, parce que dans la course, le pied ne bascule pas, ne se déroule plus comme dans la marche et ne fait pour ainsi dire que prendre un simple contact avec le sol.

A propos de la course, il y aurait beaucoup à dire sur ce mode de progression ; mais ce serait sortir de la question qui est l'unique objet de ce travail. Qu'il suffise de savoir qu'on distingue trois sortes de courses : la course de vitesse, celle de demi-vitesse et la course de fond.

Les courses de vitesse et de demi-vitesse sont d'abord

à éliminer, comme étant absolument du ressort de l'athlétisme, qui n'a pas sa place ici. Quant à la course de fond, elle semble avoir des rapports et des ressemblances assez étroites avec la course en flexion, puisque dans les deux modes, on doit, pour augmenter la vitesse, observer un penché plus ou moins accentué en avant, lequel entraîne à sa suite une certaine flexion du genou et la plupart du temps la pose du pied à plat, sinon sur les orteils.

On peut voir, en comparant les deux figures représentant les épures chronophotographiques d'une course ordinaire et d'une course en flexion exécutées par le commandant de Raoul, (1) combien les lignes suivies par le même point de la tête et les centres articulaires se ressemblent et peuvent presque être superposées, contrairement à ce qu'on a constaté un peu plus haut dans les épures représentant les deux marches différentes. C'est vraisemblablement en constatant les avantages de la course en flexion sur l'atténuation du choc du posé, que le commandant de Raoul s'est trop hâté de généraliser, en voulant appliquer à la marche le mode en flexion. Or, la course, exercice sportif plus ou moins athlétique, est rarement pratiquée dans les circonstances ordinaires de la vie et ne peut pas être comparée à la marche, qui exige de la part de la machine humaine un travail beaucoup moindre,

Il est nécessaire de se souvenir que la course est une succession de sauts, pendant lesquels, les jambes suspendues en l'air flottent à la manière de pendules, jusqu'à ce que l'une d'elles touche terre en flexion et se détende aussitôt comme un ressort pour lancer le

---

(1) Ouvrage cité, pages 86 et 87.

corps dans l'espace, à la façon d'un projectile, avant que l'oscillation de l'autre membre soit terminée, pour exécuter à son tour le même rebondissement. On voit ainsi que le mode en flexion est absolument nécessaire dans la course de fond et est, on peut le dire, la condition presque indispensable de ce mouvement.

C'est à propos du posé du pied que les avis et les pratiques sont assez divergents, ce qui est vraisemblablement le fait des sensations différentes perçues par les divers coureurs. Certains d'entre eux ne peuvent pas supporter pendant plus de quelques minutes le posé sur les orteils, sans éprouver aux articulations tarso-métatarsiennes et tibio-tarsiennes une vive douleur, d'autres ne supportent pas mieux le posé ou plutôt le tombé sur le talon, dont le choc douloureux se répercute aussitôt dans le cerveau.

C'est pour éviter, autant que possible, ce dernier inconvénient que le commandant de Raoul et avec lui beaucoup de professionnels recommandent la mise en flexion des différents segments du corps, de façon à briser le choc qui s'éparpille ainsi partout. C'est d'ailleurs le meilleur argument que l'on peut employer pour faire admettre la pratique de la marche en flexion; mais la suppression, ou plutôt la diminution de cet inconvénient, ne contre-balance pas, à beaucoup près, les causes de fatigue bien plus puissantes, auxquelles donne lieu ce mode de progresion.

En tout état de cause, la course de fond qui, il faut le répéter, est aussi, bien qu'à un moindre degré que les deux autres genres de course, un exercice athlétique, peut avoir une grande utilité à être mise en œuvre et cela à différents titres sur lesquels il y aura à revenir plus loin, quand il sera proposé un moyen de la faciliter.

Mais il faut revenir à la marche pour envisager en détail cet avantage, attribué beaucoup plus justement au mode en flexion par ses partisans et en particulier par M. Marey, quand il déclare que « la jambe fléchie permet au pied de se poser sur le sol, en évitant les chocs qui détruisent à chaque appui une partie de la vitesse acquise, en nécessitant pour recouvrer cette vitesse un nouvel effort impulsif. » Dans cette phrase, cependant, le maître semble s'être placé trop exclusivement au point de vue mécanique, car on pourrait alléguer que, de quelque façon que se produise le choc déterminé par la chute du corps, que ce soit sur le pied posé à plat ou sur le talon, la même quantité de vitesse acquise n'en est pas moins détruite.

Tandis que ce qu'il y a de plus intéressant à envisager dans ce choc, c'est son action physiologique et on peut même dire son action morbifique qui constitue une véritable commotion, laquelle est certainement atténuée par le posé à plat, aussi bien que par la mise en flexion des divers segments du corps. C'est là, d'ailleurs, un point de vue nouveau et tout différent de ceux auxquels on s'est placé jusqu'ici pour examiner les conditions et les avantages de la marche en flexion.

A propos du posé à plat, on a vu que la voûte plantaire est admirablement conformée pour résister au poids du corps par suite de la configuration et de l'agencement des os, ainsi que des ligaments qui les unissent. Cette voûte est non moins bien agencée pour neutraliser les chocs transmis de bas en haut, et on sait à cet égard la différence qui existe entre les effets produits par une chute sur les talons et une chute sur la région plantaire; mais, comme on l'a déjà vu, ce n'est

pas une raison pour recommander la marche sur la plante, car elle ne peut pas être supportée longtemps.

Au surplus, l'action du choc dans la marche doit agir de la même façon que chez certains animaux : On sait à cet égard que les chevaux usent plus vite leurs jambes sur le pavé des villes que sur les routes, et plus sur ces dernières que dans les prairies ou sur les pistes des champs de courses. Il arrive même que des chevaux de premier ordre, engagés pour prendre part à une course importante, sont retirés au dernier moment par leurs propriétaires, si le terrain de la piste devenu trop sec ne leur paraît pas être suffisamment élastique : Ils craignent de « les claquer », pour employer le langage imagé des hommes de sport. Les Anglais disent dans le même cas que les chevaux sont « *broken down* ». C'est la raison pour laquelle on fixe de plus en plus fréquemment à la ferrure du pied des chevaux une garniture élastique en caoutchouc, destinée à atténuer ce choc qui retentit sur les jambes et dans tout le corps de l'animal, et laquelle remplace par ses effets la plasticité du sol.

D'autre part, si l'on observe un troupeau de bœufs qui s'avance sur une route, on est surpris de voir la plupart des bêtes délaisser la chaussée macadamisée pour suivre les accotements terreux, dans lesquels leurs pieds s'enfoncent plus ou moins, selon que le terrain est plus ou moins humide. Il s'agit tout simplement pour ces animaux d'éviter ainsi le choc qu'ils éprouvent sur un chemin empierré et résistant, dont ils ne sentent pas d'ailleurs les aspérités, puisque leurs pieds sont ferrés.

A cet égard, il est certain que si l'homme n'avait pas à progresser presque toujours sur un sol résistant comme

l'est celui des villes et des routes, ce qui est une conséquence de la civilisation, la fatigue produite par le choc du posé dans la marche, serait infiniment moindre.

C'est le cas maintenant d'envisager aussi rapidement que possible ce qu'il en est de la commotion produite dans la marche normale, à chaque posé du pied, principalement quand ce posé a lieu sur le talon. Cette commotion ne semble avoir rien de spécial et peut être assimilée à nombre de commotions de même nature qui sont produites par l'ébranlement et la trépidation du corps qu'on peut observer dans les voyages accomplis sur des véhicules non suspendus.

Ainsi, F. Lagrange, en étudiant l'emploi de l'exercice et du mouvement dans le traitement de la neurasthénie (1), met en garde contre la fatigue qui résulte de cette cause. « Dans l'artillerie, les hommes servants des pièces sont assis sur les caissons des voitures qui portent l'affût des canons. Ces voitures ne sont pas suspendues et les hommes y sont soumis à de très violentes secousses, pendant les manœuvres au trot. La fatigue qui en résulte pour les jeunes conscrits est quelquefois telle qu'ils sont obligés de s'aliter. Des confrères militaires m'ont dit qu'on observait souvent des fièvres de surmenage simulant des états typhiques, à la suite de ces exercices qui sont pourtant des exercices passifs. »

En somme, la commotion produite par le choc alternatif des talons est d'autant plus forte que le sol est plus résistant et que l'on fait de plus grand pas, ou bien que l'on marche sur un plan plus incliné. De là vient que certains sujets à système nerveux affaibli ou plus ou moins vulnérable, aussi bien que les obèses, dont le

---

(1) In *Revue des Maladies de la nutrition,* septembre 1903.

poids donne lieu à un choc considérable, redoutent bien plus les fortes pentes que les montées, surtout quand les premières sont longues. Si la route a seulement 10 % de pente, un pas de 80 centimètres devrait donner lieu à une chute sur le talon de 8 centimètres, hauteur qui, augmentée des 3 centimètres de l'oscillation verticale, monte à 11 centimètres !

Mais en réalité, ce chiffre ainsi calculé est trop fort, d'abord parce qu'en général on fait des pas plus courts en descente, précisément pour diminuer la hauteur de la chute, et ensuite parce que le marcheur atténue cette chute en se cambrant, c'est-à-dire en portant en arrière son centre de gravité et en fléchissant plus ou moins la jambe. Malgré tout, le choc du talon se fait quand même plus sentir et augmente notablement la fatigue supportée dans la marche par les centres nerveux, en raison de ce traumatisme.

C'est bien, en effet, un véritable traumatisme qui est produit et il y aurait lieu de chercher à en expliquer la nature par les symptômes qui en résultent. Mais, malgré les nombreux travaux publiés dans ces derniers temps en neurologie, il est encore bien difficile de se faire une idée, même approximative, des effets de la commotion.

Ce qui paraît établi, et cela résulte d'observations déjà anciennes, c'est que si, d'une facon générale, l'excitation mécanique faible ou modérée augmente les réflexes, l'excitation forte ou longue, qui peut être considérée comme une commotion, les diminue et au besoin les arrête plus ou moins, jusqu'à donner lieu, dans certains cas, à la mort. On sait, à cet égard, que les exemples de mort subite, à la suite d'une chute plus ou moins forte sur les talons, ne sont pas rares. On a

pu même constater, après ce genre de chute, une rupture ou une dilacération de la partie moyenne du cerveau qui vient frapper sur les os de la base du crâne.

Bien qu'il ne puisse pas être question de lésions analogues à la suite d'une longue marche, on peut admettre que les nombreux chocs produits dans cette circonstance par le posé des pieds sur les talons, principalement sur un sol dur et résistant qui augmente les trépidations, produisent par leur sommation des modifications temporaires dans la structure du système nerveux cérébro-spinal, qui consistent vraisemblablement dans le changement statique des rapports qu'ont entre eux les neurônes, ce qui diminue leur fonctionnement collectif et peut donner lieu à un genre de fatigue qui paraît être indépendante de celle produite par l'action musculaire proprement dite (1).

Il n'y aurait d'ailleurs rien d'étonnant, en raison des grands progrès réalisés récemment dans la technique histologique des centres nerveux, à ce qu'on puisse bientôt, à l'aide d'expériences bien conduites, constater ces changements de rapports, allant de pair avec l'état inhibitoire du cerveau et de la moelle, qui constitue l'état de fatigue. Le mécanisme de la mort violente par tous les genres de commotion, y compris celle donnée

(1) Cette explication semble pouvoir cadrer avec la théorie de l'amiboïsme des cellules nerveuses qui constituent le centre des neurônes et qui sont pourvues de prolongements de formes diverses s'entrecroisant plus ou moins avec les mêmes prolongements des cellules voisines. D'après cette théorie présentée par Mathias Duval, et acceptée par d'autres physiologistes, ces prolongements subiraient, selon les différents modes d'activité du système nerveux, des modifications consistant dans des épanouissements ou des retraits analogues à ceux que l'on observe chez les amibes.

par un coup de feu, pourrait du reste être expliqué de la même façon.

Quoi qu'il en soit, cette fatigue, d'abord inconsciente et à peine perceptible pour les individus bien équilibrés, s'accroît progressivement dans les marches longues, et arrive à produire, à chaque posé du pied sur le talon, une véritable douleur, laquelle s'accentue nettement pendant la marche en descente. De là vient qu'à la suite d'une longue course, on peut remarquer certains sujets qui marchent instinctivement en flexion, précisément pour atténuer ces chocs. C'est ainsi que le peintre Detaille a merveilleusement rendu l'attitude du soldat arrivant à l'étape, exténué de fatigue, traînant les pieds et le corps plié en trois segments, comme on doit l'avoir dans la marche en flexion. Mais vouloir conclure de là que cette marche doit remplacer la marche en extension, parce qu'elle serait moins fatigante, c'est vraiment trop se hâter de généraliser (1).

---

(1) Chez certaines populations, assez rares d'ailleurs, l'homme marche plus ou moins en flexion pour des raisons particulières dont certaines peuvent paraître curieuses. Ainsi les Morvandaux, que j'observe depuis longtemps, ont une marche en flexion assez spéciale. Ils ne penchent pas le corps en avant et ont la même oscillation verticale que dans la marche normale ; mais ils font d'assez grands pas lents avec la jambe d'avant en flexion, ce qui les fait poser le pied à plat. En progressant ainsi, chaussés de gros sabots ils peuvent faire de longues courses à raison de 5 à 6 kilomètres à l'heure. C'est ainsi qu'ils parcourent très facilement des distances de 50 à 100 kilomètres dans une journée, pour aller à une foire lointaine et en revenir, sans fatigue apparente.

Il y a peu de temps encore, quand les moyens de communications rapides n'existaient pas, les habitants de Saint-Honoré-les-Bains et des communes voisines allaient aux foires d'Autun, ville distante de 50 kilomètres, en partant vers 2 heures du matin pour revenir à 9 ou 10 heures du soir, après avoir stationné pendant 3 heures. Il semble qu'on peut expliquer ce genre de marche un peu par le fait de la progression en pays montagneux et surtout en raison du port des sabots,

En résumé, le posé du pied sur le talon pendant la marche normale, comme dans la marche en flexion, donne lieu dans le système nerveux central à une action d'arrêt ou inhibitoire qui est d'ordre physiologique et au besoin pathologique. Cette inhibition s'ajoute à celle d'ordre purement mécanique qui diminue la vitesse de la marche, comme celle de tout corps en mouvement qui reçoit un choc. Par suite, l'inhibition physiologique s'associe à l'inhibition mécanique qu'elle renforce, en donnant lieu à des symptômes de fatigue plus ou moins accentués.

Mais si l'inhibition physiologique dérivant du choc du talon est moins considérable dans la marche en flexion, en raison de la position oblique des segments du corps les uns sur les autres, la fatigue musculaire des membres inférieurs et du tronc dans la marche droite ou en extension est par contre beaucoup moins considérable. Il y a donc lieu de voir laquelle des deux fatigues l'emporte sur l'autre.

Or, si la chronophotographie, aidée de la méthode graphique, permet de faire l'analyse des mouvements de la marche avec une finesse de détails et une précision que l'observation seule ne peut atteindre, elle ne semble pas pouvoir, malgré l'opinion contraire admise

---

qui nécessitent un travail spécial des jambes pour qu'ils ne tombent pas du pied, auquel ils ne sont pas fixés, puisqu'ils sont d'une seule pièce et n'ont pas de brides pour serrer le cou-de-pied. L'habitude des pas lents est donnée par la nécessité dans laquelle ils sont fréquemment de suivre leurs bœufs, traînant des charriots. Quoiqu'il en soit, avec ce genre de marche, les Morvandaux évitent les inconvénients du choc du talon. Mais quand les jeunes gens, accoutumés à cette marche, arrivent à la caserne comme conscrits, il leur faut un entraînement assez laborieux pour s'accoutumer au port des souliers et à la marche accélérée avec de plus petits pas que ceux qu'ils ont coutume de faire.

par M. Marey, donner les moyens de mesurer la force dépensée par ces différents mouvements et permettre de se prononcer sur la meilleure utilisation de la force musculaire dans l'une et l'autre marche.

Et puisque les épures géométriques qui traduisent les actes mécaniques de la marche peuvent être interprétées à cet égard d'une façon absolument contraire, selon les observateurs, il semble être nécessaire de chercher un moyen d'observation qui permette de porter un jugement plus sûr et offrant moins de prise à la critique.

C'est donc le cas de traiter cette grosse question de la fatigue, que les promoteurs de la marche en flexion ont laissée de côté, ou qu'ils ont à peine effleurée, en admettant sans discussion que cette marche est moins fatigante que la marche normale.

Il peut paraître cependant, qu'en l'espèce, la fatigue doive être l'objet le plus important à considérer, puisque c'est le meilleur, on peut même dire le seul criterium, que l'on puisse adopter, pour apprécier les avantages et les inconvénients des différents mouvements mis en œuvre par ce genre de progression.

CHAPITRE III

De la fatigue en général et des différents moyens de la constater. — Dangers de l'entraînement athlétique. — La marche en flexion est de nature essentiellement athlétique. — Comparaison entre la dégénérescence athlétique et la dégénérescence alcoolique.

La fatigue est une question particulièrement ardue et complexe, puisque depuis bien longtemps déjà qu'elle est l'objet des méditations et des travaux de nombre d'auteurs, physiologistes et médecins, qui ont tenté de l'élucider, elle est restée encore bien obscure jusqu'ici.

Il faut admettre que la machine humaine est si compliquée, qu'il est bien difficile de supputer, même approximativement, le travail de ses différents organes, lesquels, en dehors de leurs fonctions connues, ont en plus la faculté de pouvoir se suppléer dans une mesure parfois considérable, ce qui rend toute estimation de leur rendement à peu près inabordable. Il ne s'agit pas ici sans doute de faire une étude complète de la fatigue, mais de l'envisager d'une façon générale et d'essayer de montrer comment on peut la constater et l'évaluer approximativement et relativement dans les différents modes de marche, afin de pouvoir établir une comparaison sérieuse.

On admet de plus en plus aujourd'hui que la fatigue est avant tout *d'origine nerveuse*. Sans doute cet état de l'organisme présente des symptômes importants qui se manifestent dans la composition du sang, des humeurs et en particulier des urines, puisque à la suite

d'une grande dépense de forces, telle qu'une longue course vélocipédique, ces dernières deviennent éminemment *toxiques*. C'est ainsi que le docteur Tissié a constaté avec MM. Sabragés et Denigés, professeurs agrégés à la Faculté de médecine de Bordeaux, à la suite d'expériences faites sur le coureur vélocipédiste Stéphane, après une course de vingt-quatre heures (1) que l'injection de 10 centimètres cubes d'urines de la fin de la course tuait un lapin pesant 1 kilogramme, ce qui élevait le coefficient de toxicité à 2,35, alors que celui des fièvres infectieuses graves, comme la fièvre typhoïde, est de 2 à 2,50. Le lendemain de la course ce coefficient n'était plus que de 0,893 ! En même temps il est à remarquer que le coureur n'avait bu que du lait.

On sait aussi que postérieurement à une grande dépense de forces musculaires, les déchets organiques trouvé dans les urines doublent facilement de poids, en ce qui concerne l'urée, l'acide urique, l'azote total et l'acide phosphorique, en même temps que l'hyperacidité organique se manifeste : C'est là évidemment de l'auto-intoxication dont on a à tenir compte à beaucoup d'égards; mais ces résultats, si intéressants qu'ils soient, ne peuvent être considérés que comme des épiphénomènes transitoires et il faut admettre que quand le muscle s'arrête brisé de fatigue, c'est par impuissance nerveuse.

Et ce qui doit faire accepter cette interprétation, c'est que cette accumulation de matières usées dans le sang et les muscles diminue très vite avec l'entraîne-

---

(1) Tissié : *Recherches physiologiques sur un record vélocipédique.* (Course de vingt-quatre heures sur piste), in *Archives de physiologie* (octobre 1894).

ment et l'accoutumance, en raison des différents moyens employés par l'organisme pour les brûler ou les éliminer d'une façon quelconque. Mais l'impotence musculaire subsiste, si l'exercice exagéré est continué en donnant lieu à de la fatigue.

On cite, à cet égard, le cœur qui n'est qu'un faisceau de muscles et qui travaille sans arrêt et sans fatigue depuis l'apparition du *punctum saliens* dans le fœtus jusqu'à la mort. Mais on peut expliquer ce fait par la situation, dans le cœur même, des ganglions nerveux de Remak et de Bidder qui l'excitent à la façon de petits cerveaux, accumulateurs d'influx nerveux, aussi bien que par une irrigation sanguine aussi parfaite que possible de ses fibres musculaires.

Tandis qu'on pourrait citer beaucoup plus à propos tous les muscles respiratoires, dont l'ensemble forme une masse importante de matière contractile, qui agissent également depuis la naissance jusqu'à la mort et qui subissent aussi les diverses intoxications dont il vient d'être parlé, sans être arrêtés par la fatigue.

Au surplus, la fatigue aussi complète que possible, est souvent de cause purement psychique et peut se montrer subitement à la suite d'une grande émotion qui « coupe bras et jambes », selon l'expression vulgaire, sans qu'on puisse invoquer la moindre cause d'auto-intoxication.

Que se passe-t-il en pareil cas dans le système nerveux, et quelles modifications peut-on supposer qui s'y produisent? On a déjà vu que cette question est pour le moment insoluble. Tout ce que nous savons, c'est que les centres cérébro-spinaux constituent un système de transformateurs, d'accumulateurs et de dispensateurs de forces, qu'ils puisent préalablement et

constamment dans le monde extérieur par voie directe ou par l'intermédiaire de la nutrition.

Si la dépense de ces forces est trop considérable, la conscience en est avertie par la sensation de fatigue, laquelle sensation arrive plus ou moins vite, non seulement chez les différents sujets, mais aussi chez le même individu, en raison de l'accumulation plus ou moins grande de force nerveuse en réserve, dont il peut disposer à un moment donné, sans nuire aux besoins des fonctions organiques qui sont régies et actionnées par cette même force.

Si, averti par cette sensation, l'individu cesse d'agir ou de continuer à marcher, par exemple, il se trouve en état de *petite fatigue ou de lassitude,* laquelle s'évanouit plus ou moins promptement. Mais si, malgré cet avertissement, il continue la marche qui donne lieu à cette fatigue éphémère, il arrive fatalement plus ou moins vite à ce que l'on peut appeler la *grande fatigue,* qui confine à l'état pathologique, en pouvant donner lieu à la courbature fébrile et à divers autres accidents aigus, selon la vulnérabilité des différents organes.

Enfin, si, ne tenant toujours aucun compte de ce nouvel avertissement, l'individu, une fois rétabli, continue à accomplir des marches plus fréquentes, plus longues et plus rapides que celles qu'il peut fournir, il arrive progressivement à ce qu'on peut appeler la *fatigue profonde,* laquelle peut se manifester par nombre de maladies aiguës ou chroniques, ou bien simplement par un certain état de déchéance organique, dont il ne pourra sortir, si les lésions produites dans le système nerveux ne sont pas indélébiles, que par un long repos et une hygiène thérapeutique appropriée à son cas.

Il y a plus, c'est que dans la plupart des circonstances, ces excès d'activité se produisent d'autant plus facilement que la sensation de fatigue va, selon la loi d'accoutumance bien connue, en s'amoindrissant de jour en jour, pour finir par être nulle et même par être remplacée par une sensation d'euphorie trompeuse, sorte de bien-être fictif que l'on peut rapprocher de celui produit par certains poisons, et en particulier par l'alcool, en raison de l'excitation passagère qu'il procure. C'est ainsi que de nombreux sportifs, grands marcheurs ou autres, arrivent à *être en forme,* c'est-à-dire à présenter un état athlétique vis-à-vis de tel ou tel exercice, en croyant posséder la meilleure santé, sans s'apercevoir que l'ensemble de leur état organique va progressivement, bien que sournoisement, à la déchéance.

Car, il n'y a pas à le nier, ce que l'on appelle vulgairement l'entraînement athlétique, une fois bien acquis, conduit fatalement l'individu à un état de dégénérescence qui se manifeste sur un ou plusieurs organes : cœur, estomac, cerveau, etc., dégénérescence qui, au début, est seulement fonctionnelle et reste plus ou moins masquée pendant un certain temps, sauf pour les yeux d'un médecin clairvoyant.

En somme, ce *processus* de déchéance et de dégénérescence, qui va de pair avec la fatigue profonde et est produit par l'entraînement athlétique, a beaucoup de rapports avec le *processus* de déchéance et de dégénérescence de nature alcoolique. Il y a évidemment entre les deux états des différences sensibles, mais on peut les comparer à beaucoup d'égards, et il semblerait que le pronostic de la dégénérescence athlétique soit plus sombre que celui de la dégénérescence alcoolique.

Pendant les deux années que j'ai pu observer des malades à l'asile Sainte-Anne, en qualité d'interne, j'ai cru voir presque toujours que les affections nerveuses et mentales déterminées par l'alcoolisme aigu ou chronique étaient beaucoup plus facilement et fréquemment curables que ces mêmes affections quand elles étaient le résultat du surmenage physique, intellectuel ou moral poussé à ses dernières limites.

C'est que dans ce dernier cas, les sources mêmes de l'énergie sont plus ou moins taries par les efforts inouis qui ont été produits; tandis qu'on peut admettre que l'alcoolisme agit pour ainsi dire d'une façon passive sur les centres nerveux, en les épuisant beaucoup moins.

De là cette conclusion consolante et en même temps encourageante que l'alcoolisme est facilement curable, beaucoup plus même qu'on se l'imagine en général, mais à la condition de *vouloir* faire le nécessaire, ce qui est loin d'être facile pour les victimes de cette maladie, dont le symptôme le plus grave est l'amoindrissement de la volonté. Aussi, est-ce la raison pour laquelle ces malades doivent être assistés et aidés dans leur lutte contre ce fléau.

Mais certains sujets, les débiles nerveux principalement qui sont avant tout des fatigués agités, une fois guéris de l'alcoolisme, se laissent non moins volontiers entraîner par l'excitation du surmenage, lequel est facilité par la pratique d'un sport quelconque. C'est alors qu'ils croient de bonne foi guérir ainsi d'un mal et tombent dans un autre, au moins égal, en ne pensant qu'à faire des matches et qu'à établir des records; car ils arrivent ainsi beaucoup plus vite au *vanage* total, pour employer une expression courante,

c'est-à-dire à l'épuisement absolu, dont les conséquences sont irrémédiables.

Une autre comparaison entre l'excitation et la perte de force nerveuse produites par l'entraînement intensif et les mêmes méfaits produits par l'alcool aussi bien que par la morphine ou d'autres poisons, c'est que si l'excitation n'est pas trop souvent renouvelée et surtout perpétuée, comme il arrive si souvent, le danger est beaucoup moins grand et presque nul dans les deux cas. Nous savons par une tradition récente, qu'avant la multiplicité des routes et l'apparition des moyens de transports rapides, nos grands-pères exécutaient des randonnées extraordinaires pour se rendre d'un lieu à un autre, à l'occasion d'une fête de famille ou d'un événement quelconque, et cela sans qu'il en résultât la plupart du temps d'inconvénient grave.

Nous savons également que ces mêmes grands-pères ne craignaient pas de s'enivrer de temps à autre d'assez belle façon, suivant en cela le précepte d'Hippocrate, qui ne voit aucun inconvénient pour l'homme a se griser une fois par mois *(semel ebriari mense)*. Mais il faut se hâter d'ajouter que ces excès d'activité et d'alcool sous forme de vin étaient rares et on peut même se demander, en s'inspirant toujours du même précepte du père de la médecine, si, sous certains rapports, ces excès passagers n'étaient pas utiles pour modifier et stimuler au besoin une nutrition languissante.

Il faut bien admettre que l'organisme humain n'a pas toujours été soumis au régime artificiellement réglé et établi par le genre de vie actuel. Non seulement autrefois, mais aujourd'hui encore, dans l'immense majorité des cas, c'est-à-dire chez les peuples qui ne

sont pas pliés aux exigences de notre civilisation scientifique et industrielle excessive, l'homme vivant à la campagne, de la vie agricole et pastorale, mange quand il a faim, aussi bien qu'il marche et courre selon les occasions qui se présentent. D'ailleurs, les circonstances peuvent l'obliger parfois à jeûner, ce qui repose son tube digestif, ou à se reposer s'il n'a rien à faire. Il ne ressemble en rien à cet égard aux habitants des grandes villes, dont l'activité est toujours en éveil et surtout au Parisien, qui semble détenir sans conteste le record de l'agitation.

Dans ces conditions, l'homme vivant de la vie naturelle et normale met une grande quantité de forces en réserve qui pourront lui être très utiles, le cas échéant, en lui permettant de faire face à des excès de tout genre, et en le mettant à même de lutter efficacement, sans antisepsie, contre les maladies infectueuses qui peuvent le menacer. Tandis que l'homme vivant dans une perpétuelle agitation est toujours en état de fatigue, aussi bien que celui qui prend chaque jour une trop grande quantité d'alcool, sans s'enivrer, arrive plus promptement et plus sûrement à l'alcoolisme que l'homme qui boit ordinairement de l'eau et ne se grise que temps à autre. Dans les deux cas, l'accumulateur nerveux, auquel il est trop demandé, ne peut pas se recharger suffisamment pour faire face à ses fonctions multiples. Le plus souvent, d'ailleurs, l'alcoolisme ajoute ses effets à ceux du surmenage et il est inutile d'insister sur les résultats atteints dans ce cas !

Et c'est précisément au milieu du plus grand déploiement de cette existence fiévreuse, que se produit non seulement le développement outré des sports, mais encore que, comme conséquence presque fatale, vient

également sévir la folie de l'athlétisme, qui menace de faire sombrer l'avenir d'une partie de la jeunesse la plus éclairée et la plus ardente, laquelle devra bientôt avoir en mains les destinées de la nation.

Il y a une quinzaine d'années, nombre de médecins hygiénistes ont pris leur grande part dans la rénovation des exercices physiques. Ils voyaient à juste titre dans ce moyen un remède contre les effets nuisibles de la culture intellectuelle exagérée. C'est à cette époque que F. Lagrange montra brillamment dans sa *Physiologie des exercices du corps* que les jeux, ainsi que la joie à laquelle ils donnent lieu, constituent le meilleur des toniques. Mais aujourd'hui, en observant la tournure qu'ont prise les choses, et à la suite des résultats désastreux que l'on est obligé de constater, ces mêmes médecins sont unanimes à déplorer l'usage que l'on a fait de leur remède, lequel, comme tous les bons remèdes, est devenu, par l'abus qu'on en fait, un poison dont les effets sont pires que le mal qu'il était destiné à guérir!

On ne comprend pas assez, par ce temps de sports à outrance, que la machine humaine, comme toute machine d'ailleurs, n'est capable de produire qu'une quantité déterminée de forces et que si toute l'énergie disponible est dépensée d'un côté, elle ne peut pas l'être de l'autre, sous peine d'emprunts forcés faits dans le domaine des forces en réserve, forces dont la destination est de présider à la nutrition intime des organes nécessaires à la vie et de subvenir à leurs dépenses. Aussi est-il très fréquent de voir se révéler tout-à-coup, chez un athlète présentant les attributs de la santé parfaite, une grosse insuffisance dans un organe important, qui pourra l'immobiliser pendant

tout le reste de son existence, ou bien une affection relativement bénigne, qui l'emporte en quelques jours.

C'est ainsi que ces hommes, dont beaucoup deviennent phtisiques, ont la vie courte, et cela d'après des observations bien anciennes, puisque c'était déjà l'opinion acquise chez les Grecs et les Romains que les athlètes, souvent abrutis d'ailleurs, mouraient presque toujours jeunes. C'est qu'en somme ils font tout pour dépenser leur capital-vie!

Voilà un capital que les compagnies d'assurances auraient intérêt à connaître! A chaque instant ces compagnies ont à constater et à solder des sinistres survenus chez des sujets qui avaient été examinés attentivement et très minutieusement par des médecins à la hauteur de leur tâche et très pénétrés de leur rôle. Tous les organes et tous les appareils avaient semblé être intacts et en outre les renseignements et les commémoratifs faisaient admettre qu'on avait affaire à un sujet jouissant de la meilleure santé. Et voilà qu'une simple affection aigüe vient enlever dans la fleur de l'âge un homme que l'on supposait devoir aller jusqu'à l'extrême vieillesse.

C'est que dans ce cas, la réserve vitale était insuffisante. Sans doute on peut admettre que dans certains cas une maladie infectieuse peut terrasser l'homme le plus fort et le mieux équilibré; mais ces cas sont relativement rares. Dans la plupart des circonstances, on peut voir que la mort survenant chez des sujets jeunes résulte d'une usure prématurée, laquelle est presque toujours le fait d'un surmenage quelconque.

Par contre, on voit fréquemment des sujets porteurs d'une ou de plusieurs *tares*, au cœur, aux poumons et à d'autres organes, qui ont eu à subir nombre d'affec-

tions aiguës et chroniques dans le cours de leur existence et dont l'aspect plus ou moins cachectique empêche les compagnies de vouloir assurer un capital sur leur tête, poursuivre une longue carrière et mourir octogénaires. Dans la circonstance, ces sujets possédaient évidemment un capital-vie considérable, lequel est souvent héréditaire et qui a contrebalancé les effets du mauvais fonctionnement de leurs organes malades.

Cette réserve de vie est certainement le fait d'une économie constante de forces opérée par ces sujets ou par leurs ascendants, dans leurs manifestations physiques, intellectuelles et morales, économie représentée par la sobriété en toutes choses. Peut-être même que dans certains cas, ce sont les tares qui sont la cause indirecte de cette économie de force nerveuse et, c'est vraisemblablement guidées par cet ordre d'idées, que quelques compagnies d'assurances admettent de plus en plus facilement un certain nombre de *risques tarés,* tandis qu'elles éliminent nettement et *a priori* certains individus ne portant aucune tare, mais dont la situation professionnelle ou le genre de vie spécial constitue une cause puissante d'usure vitale, laquelle usure correspond certainement à un état particulier du système nerveux, qui est inconnu jusqu'ici, mais qu'il ne paraît pas impossible d'arriver à déterminer avec les progrès de la technique, même sur le vivant.

C'est ainsi, pour faire une comparaison grossière sans doute mais assez juste, que si on décharge trop vite un accumulateur électrique, il perd à tout jamais sa capacité normale et ne peut plus donner qu'un rendement bien inférieur, en raison des détériorations que cette décharge a produit dans ses principaux organes qui restent plus ou moins faussés.

Cette digression sur la fatigue en général paraîtra certainement trop longue dans cette étude spéciale sur la fatigue produite par la marche, et cependant c'est là une question qui comporterait des développements plus nombreux et même beaucoup plus importants; mais j'ai cru nécessaire d'exposer les faits et les considérations qui précèdent, pour montrer combien il est difficile, en matière de marche comme de tout autre mode d'activité, de mesurer la dose de travail que chaque homme peut produire, et, de plus, combien il est encore plus délicat d'apprécier l'état de fatigue subi à la suite d'un de ces exercices; tout cela, pour arriver à faire voir un peu plus loin, comment les partisans de la marche en flexion ont été amenés à comparer des résultats obtenus par l'entraînement athlétique, avec le rendement habituel de la marche normale.

On a essayé de constater et de mesurer l'état de fatigue par nombre de procédés ingénieux qu'il serait trop long et inutile de décrire ici en détail. Il paraît suffisant d'énumérer les principaux qui sont les dynamomètres simples ou inscripteurs destinés à mesurer la force absolue ou relative des différents membres et l'ergographe de Mosso destiné aux mêmes usages. Ces appareils fournissent le plus souvent des résultats trompeurs, puisque, avec un certain entraînement, un malade qui s'affaiblit progressivement, peut donner chaque jour avec la main une contraction musculaire plus forte. Puis viennent le sphygmomètre et le sphygmomanomètre qui servent à apprécier les différentes formes du pouls et de la pression artérielle. Le pléthysmographe qui donne en particulier la valeur du pouls capillaire et de certaines circulations locales. Le spiromètre qui

mesure la capacité respiratoire et le pneumomètre qui permet de mesurer également la force inspiratoire et expiratoire. La thermométrie médicale qui montre les oscillations de la température du corps. La stéthoscopie qui permet de se rendre compte de l'état du cœur et des poumons. L'hématomètre et l'hématoscope qui rendent faciles la numération des globules sanguins, la quantité d'hémoglobine contenue dans le sang et la durée de réduction de l'oxyhémoglobine. Les différentes méthodes d'exploration électrique des muscles qui renseignent sur les réactions de ces derniers. Enfin, les divers procédés d'analyse chimique destinés à mesurer les déchets minéraux, organiques et gazeux qui représentent les produits de combustion ou les matières usées de la machine humaine, de façon à pouvoir fixer autant que possible le budget de la nutrition.

Tous ces procédés de mensuration, évidemment très intéressants, sont souvent utiles en clinique pour éclairer le diagnostic et le pronostic des maladies, mais aucun d'eux, ni l'association de plusieurs d'entre eux ne permet d'apprécier la fatigue absolue ou relative, c'est-à-dire l'état du potentiel nerveux.

On avait, à un moment donné, fondé de grandes espérances sur le sphygmomanomètre qui est destiné à mesurer la pression artérielle ; or le professeur Potain, après avoir passé trente ans de sa vie à mesurer cette pression, en accumulant les observations et les expériences pour arriver à pouvoir interpréter les résultats obtenus, déclare dans son livre sur ce sujet que la plupart des données fournies par cet instrument sont illusoires et ne peuvent pas procurer au clinicien de renseignements importants.

Les résultats que l'on obtient en physiologie à l'aide

de cette mensuration paraissent être encore plus décevants : On n'a qu'à mesurer la pression artérielle chez des marcheurs et des coureurs avant et après la course, par exemple, pour constater presque à chaque examen des résultats contradictoires et qui semblent être en opposition flagrante avec les lois les plus élémentaires, qui régissent d'une façon générale la circulation du sang dans les vaisseaux, lois qui, on le sait, ont été établies par M. Marey.

Tel athlète, superbement musclé présentant les attributs de la plus belle santé, a une pression sanguine dans les vaisseaux artériels de 12 centimètres de mercure, tandis qu'un employé de bureau, à l'aspect malingre, montre une pression de 18 centimètres. Dans une autre circonstance, les résultats seront absolument contraires et cela en se plaçant bien entendu dans les mêmes conditions !

C'est qu'il se produit, principalement dans la circulation, des suppléances qui contrecarrent les prévisions les mieux établies, ainsi que l'a très bien montré M. François Franck. On pourrait faire les mêmes réflexions, à propos des différents états du pouls radial et du pouls capillaire, dont les variations sont soumises à des lois ou conditions trop complexes, pour qu'on puisse trouver dans ces changements d'états des relations applicables à la détermination de l'état de fatigue.

Enfin, il est également utile d'ajouter que l'analyse des déchets minéraux, organiques et gazeux, qui est destinée à donner, assez vaguement d'ailleurs, le bilan de la nutrition, ne peut en aucune façon donner une idée de l'état de fatigue chronique ou profonde. Ce que l'on sait d'une façon générale à cet égard, et cette notion

est d'un grand intérêt, c'est que si un exercice modéré, donnant lieu à la simple lassitude favorise les échanges nutritifs, un exercice intense, au contraire, surtout s'il est renouvelé, diminue ces mêmes échanges.

Ces faits, et d'autres de même catégorie qu'on pourrait citer en grand nombre, montrent bien que la fatigue réside dans le système nerveux, sans qu'on puisse avoir aucune idée de sa localisation ou plutôt de son substratum histo-chimique. Dans ces conditions, et sans entrer dans de plus nombreux détails, on est bien obligé d'admettre que, provisoirement tout au moins, la fatigue doit être constatée directement et par les plus anciens procédés d'observation, lesquels consistent à interroger les sujets dépensant beaucoup d'activité sur les sensations qu'il éprouvent, ou à examiner l'ensemble de leur habitus extérieur.

Mais ces moyens d'investigation peuvent être trompeurs, comme on l'a vu; aussi doit-on les compléter en observant et en interprétant la santé générale et la morbidité des gens que l'on présume devoir être fatigués par le fait de leur activité exagérée, et cela en se plaçant dans des conditions aussi rigoureusement déterminées que possible. Au surplus, c'est là l'œuvre du médecin vraiment artiste.

C'est certainement guidé par cet ordre d'idées que le docteur A.-M. Bloch a fait récemment à la Société de Biologie (2 mai 1903), une intéressante communication, à propos d'une enquête faite par lui sur la fatigue musculaire professionnelle. Ses nombreuses observations lui permettent d'aboutir à cette conclusion que « ce sont les groupes musculaires immobilisés dans leur contraction qui se fatiguent, alors que les muscles qui se contractent et se relâchent incessamment,

même pour un labeur excessif, accomplissent leur tâche avec une facilité la plus grande. Dans la plupart des cas, les muscles immobilisés sont les auxiliaires du travail professionnel; d'autres fois, ils sont les éléments principaux de l'action; mais dans l'un et l'autre cas, le résultat est le même. »

Ainsi, pour prendre un exemple se rapportant à la marche, le jeune soldat après l'étape est surtout fatigué de la nuque, même s'il n'a pas porté le sac. En général, on peut dire que la fatigue de la marche se porte principalement le long de la colonne vertébrale, sur les muscles lombaires, dorsaux et cervicaux, qui sont les auxiliaires principaux de ce mouvement.

D'autre part, un rameur exercé et très en forme se plaint des mollets et du cou-de-pied après un exercice prolongé, aussi bien que le boulanger qui a pétri toute une nuit sa lourde pâte, se plaint de la fatigue des jambes et cela beaucoup plus que le facteur rural qui marche une grande partie de la journée.

M. Bloch, conclut très justement de ses observations, qu'on devrait exercer le plus possible les groupes musculaires auxiliaires des mouvements professionnels, et rompre aussi souvent que possible, pendant l'exercice musculaire lui-même, la permanence des contractions soit auxiliaires soit effectives : faire pratiquer, comme en Allemagne, des assouplissements du cou et du dos chez les jeunes fantassins et ne pas recommander, comme le fait en France le nouveau règlement de 1902, sur l'instruction de la gymnastique militaire, à propos de la marche de route, aussi bien que du pas cadencé « de maintenir la tête droite, les épaules effacées, la poitrine saillante pour favoriser la respiration ». Toutes

ces prescriptions sont mauvaises et on devrait conseiller, au contraire, une liberté absolue dans l'attitude.

Il est certain que la contraction permanente des muscles est beaucoup plus fatigante que la contraction momentanée et alternative et cela pour les deux raisons principales que la permanence de contraction exige une intervention psychique beaucoup plus considérable et que, d'autre part, l'irrigation sanguine du muscle est bien moindre. On a déjà vu d'ailleurs qu'une des causes efficientes de la fatigue plus grande observée dans la marche en flexion, c'est la contraction permanente des muscles spinaux et fessiers ayant pour but de maintenir le penché en avant. Au reste, si la flexion du tronc, en station, fatigue encore plus qu'en marche, c'est que d'un côté la contraction musculaire est absolument continue, tandis que dans la marche, le balancement du tronc a une action relativement reposante sur les muscles.

Les officiers de l'armée qui ont l'habitude de n'observer que les collectivités auxquelles ils commandent, sont dans leur rôle et dans leur devoir en ne voulant admettre que tel ou tel genre de marche bien déterminé. Mais en pratique, c'est souvent au prix d'accidents graves et nombreux qu'on impose uniformément des exercices qui ne peuvent convenir qu'à un certain nombre. Comment veut-on que des sujets ayant de petites jambes ne fatiguent pas plus que ceux qui en ont de grandes, et que ceux ayant de simples imperfections respiratoires et circulatoires ne soient pas plus éprouvés par des marches forcées que des sujets indemnes de ces différentes imperfections.

C'est la raison pour laquelle les chefs de corps prescrivent des vitesses de marche qui peuvent paraître

trop modérées et qui, le plus souvent, ne le sont pas assez, si l'on voulait tenir compte des aptitudes vraies de la majorité des soldats qui composent les troupes; à moins qu'il ne s'agisse d'hommes sélectionnés avec le plus grand soin, en vue de la dépense d'activité qui leur sera demandée.

Tous les médecins militaires, aussi bien d'ailleurs que les officiers, sont fixés sur l'augmentation de la morbidité qui se produit dans un corps de troupe, à la suite de marches accélérées un peu prolongées, surtout si les hommes ne sont pas suffisamment entraînés. C'est là un fait indiscutable et universellement admis, qui met clairement à jour l'influence directe de la fatigue sur l'éclosion des maladies.

Mais une question beaucoup plus délicate est celle qui consiste à définir en quoi consiste l'entraînement à la marche, comment il doit être conduit et jusqu'à quel degré il doit être porté, sans nuire à l'équilibre normal des forces organiques d'un homme en état de santé. C'est à ces considérations que les partisans de la marche en flexion ne semblent pas s'être suffisamment arrêtés, avant de présenter ce mode de progression comme bien supérieur à celui de la marche ordinaire ou en extension. Et il peut sembler utile, à ce propos, de scruter, dans la mesure du possible, et avec le peu de renseignements que j'ai pu recueillir, les causes et les raisons qui ont pu amener le commandant de Raoul à se constituer l'apôtre de la marche en flexion.

Le commandant de Raoul, officier d'artillerie distingué, jouissait d'une parfaite santé. Bien qu'un peu obèse, il était, paraît-il, remarquablement musclé, surtout du train inférieur, et possédait en même temps une énergie morale non moins remarquable. A un

certain moment, sa curiosité s'était portée sur la question de la marche et il avait eu connaissance des prouesses extraordinaires exécutées par le coureur Firmin Weiss, dit l'*homme-étincelle,* lequel, grâce à sa méthode (1) aurait pu faire jusqu'à 24 kilomètres à l'heure !

Cet homme, pour le moins extraordinaire, soutenait qu'avec son système d'entraînement, le plus faible coureur pouvait faire au minimum 15 kilomètres en une heure. Il enseigna sa marche en Algérie aux 1er et 3e zouaves, « qui, après 99 jours d'entraînement, pouvaient faire des courses à pied de 14 à 18 kilomètres en une heure sans fatigue et sans essoufflement ». *Le Moniteur officiel de gymnastique et d'escrime de Paris* (6 décembre 1885), confirma ces assertions. D'ailleurs, ces chiffres se rapprochent sensiblement de ceux fournis par de Raoul qui reconnaît loyalement dans son livre que Firmin Weiss fut son précurseur.

Quoiqu'il en soit, le commandant de Raoul était, paraît-il, tout particulièrement sensible à la commotion produite par le choc du talon, et comme il avait observé que la course préconisée par Firmin Weiss supprimait presque entièrement ce choc, ce fut vraisemblablement cette sensation qui fut le point de départ de son idée de pratiquer ce qu'il appela plus tard la marche en flexion. Il se dévoua corps et âme à cette idée, fit des prosélytes parmi les officiers de l'armée et provoqua des expériences assez nombreuses qui furent tentées dans plusieurs corps de troupe.

Il y eut bien quelques accrocs, et même de graves

---

(1) Firmin Weiss : *Manuel théorie des courses à pied.* (Nancy, imprimerie Nouvelle, 1887.)

accidents furent constatés, en même temps que les hommes se plaignaient de grande fatigue à la suite des premiers raids, mais on n'en tint pas compte, car il est non moins certain que des résultats remarquables furent obtenus en rendement de vitesse et sans fatigue trop apparente après un certain temps. C'est ce qui acheva d'entraîner la conviction du commandant, relativement à la supériorité de cette marche. Il n'était d'ailleurs ni physiologiste, ni médecin, et c'est dans ces conditions qu'un jeune médecin intelligent, instruit et ardent, et surtout qu'un physiologiste éminent, dont les travaux font le plus grand honneur à la science française, vinrent lui apporter l'appui de leur autorité, de leur science et de leur concours. Quel est l'homme qui, à sa place, n'eut pas suivi la même voie?

D'ailleurs, il est utile de constater que la plupart des performances ne furent pas exécutées en marche, mais en *course,* allure beaucoup moins fatigante que la marche intensive et ultra-rapide qu'avait réglée et codifiée de Raoul. Cette constatation est d'autant plus importante à faire qu'elle atténue singulièrement la portée des résultats obtenus. Au reste, de Raoul conseillait, pour préparer les conscrits à cette marche, de les entraîner par la course, ce qui indique que la fatigue est considérable dans les débuts et ce qui n'a jamais été nié, puisque les auteurs du livre « *Comment on marche* » admettent que l'apprentissage est long, souvent pénible et demande beaucoup de souplesse, en même temps que de la force de volonté. Cela montre également qu'il faut du temps, pour que les muscles acquièrent un développement et une éducation en rapport avec le but essentiellement athlétique à atteindre.

En outre, au dire de tous les officiers, desquels j'ai pu avoir des renseignements circonstanciés sur la pratique de cette marche, et en particulier, selon l'opinion très motivée d'un capitaine de chasseurs alpins, cet entraînement se perd très vite, si on ne l'entretient pás presque journellement, sinon, après un temps très court de repos, tout est à recommencer, car les muscles ont à réapprendre la motricité spéciale qu'ils ont oubliée. C'est encore là un indice montrant combien les différents mouvements de cette marche sont peu naturels et ne semblent même pas comporter le moindre caractère atavique plus ou moins éloigné, contrairement aux assertions nullement justifiées de certains anthropologistes qui admettent que l'homme primitif marchait en flexion.

Il n'y a d'ailleurs aucun doute que si la marche en flexion procurait seulement la moitié des avantages que lui attribuent ses partisans, elle serait depuis longtemps adoptée par certains professionnels très peu soucieux de l'esthétique, et en particulier par l'armée, à laquelle elle a été enseignée, prônée et célébrée autant que possible par de jeunes officiers, auxquels le commandant de Raoul avait communiqué son enthousiasme.

Or parmi les professionnels français ou étrangers, je n'ai pas rencontré un seul champion de la marche qui veuille admettre les avantages du mode en flexion ; c'est ainsi qu'au Racing-Club on ne veut pas en entendre parler. D'autre part, on trouve peu d'officiers qui continuent à croire *théoriquement* à la supériorité de ce mode de progression, c'est-à-dire qui admettent que les mouvements et les attitudes de cette marche sont basés sur des principes vrais.

Par contre, on rencontre journellement dans un monde vaguement sportif, de nombreux snobs qui ne perdent aucune occasion d'exalter et de célébrer dans des articles de revues cette *marche de l'avenir,* qu'ils n'ont jamais vu pratiquer et qu'ils ne pratiquent naturellement pas eux-mêmes.

C'est une des raisons pour lesquelles il m'a semblé nécessaire d'interpréter la théorie et la pratique de la marche en flexion, sans compter que cette interprétation aura été pour moi l'occasion d'analyser plus à fond le mécanisme de la marche normale et de chercher à supputer la quantité d'énergie dépensée par ce mode de progression.

On semble donc être en droit d'admettre que le commandant de Raoul a acquis sa foi et son ardeur d'apôtre en observant des résultats d'ordre essentiellement athlétique, qui lui en ont imposé par leur importance apparente, mais sur lesquels on ne peut vraiment rien fonder de sérieux, en ce qui concerne les moyens à employer pour les atteindre; car ces moyens sont longs et difficiles à obtenir, parce qu'ils exigent la création d'une éducation motrice nouvelle, demandant une attention constante qui est très fatigante pour le cerveau, en même temps qu'ils sont bien au-dessus des forces de la moyenne des hommes et, par suite, onéreux pour la santé du plus grand nombre.

De plus, on est également en droit d'admettre que ces mêmes résultats peuvent être obtenus beaucoup plus vite et plus facilement avec la simple marche en extension qui, pour être exécutée d'une façon intensive, demande un entraînement moins long et plus simple ; mais il reste entendu que cet entraînement ne convient encore qu'à des candidats à l'athlétisme.

Ces réflexions sont naturellement applicables à la course en flexion que le commandant de Raoul a beaucoup enseignée, pratiquée et recommandée et qui a contribué, en raison des résultats importants qu'elle donne, à en imposer plus que la marche vis-à-vis des idées qu'on peut se faire du mode en flexion. Mais, on l'a vu, cette course ressemble tellement à la course normale de fond, qu'on peut vraiment les confondre en une seule, à part quelques variantes d'ailleurs insignifiantes, et qui résultent de la conformation anatomique des différents sujets, conformation pouvant donner lieu à des allures individuelles qui ont leur raison d'être. Quoiqu'il en soit, cette course certainement moins fatigante que la marche pour beaucoup de sujets n'en est pas moins encore un exercice d'athlète.

Or, on ne saurait trop répéter, que si, au point de vue médical, les différents sports pratiqués d'une façon modérée et surtout les jeux doivent être encouragés, l'athlétisme est condamnable, parce qu'il va de pair avec la dégénérescence de l'individu et de la race. Par suite, il doit être également condamné au point de vue social, s'il est conseillé au plus grand nombre, et encore plus, s'il devait être infligé à une armée entière ; car on ne peut vraiment pas obliger tous les hommes astreints au service militaire à faire en marche, comme en course, « du 15 à l'heure ».

Mais il est admissible, ainsi que l'a fort bien indiqué et conseillé le capitaine de Soultrait, officier chargé d'instruire et d'entraîner une compagnie du 60e de ligne à la marche et à la course en flexion, qu'on cherche à former des compagnies d'*éclaireurs de vitesse,* constituant en quelque sorte des corps francs, composés de quelques centaines d'hommes de bonne

volonté et parfaitement sélectionnés, lesquels rendraient dans chaque division, de laquelle ils dépendraient, des services inappréciables. Car « un pareil corps serait un outil redoutable, capable par sa force et sa mobilité d'aveugler la cavalerie, d'éteindre une artillerie gênante, de tromper pendant des heures des masses d'infanterie. — Que cet essai soit tenté sans parti pris, avec méthode et énergie: le résultat dépassera les espérance » (1).

L'institution de telles troupes d'élite, capables de lutter de vitesse avec la cavalerie qu'elles pourraient suppléer, constituerait évidemment la vraie solution. Tandis que le système qui admet que toute l'armée doive prendre la marche en flexion sans difficulté constitue un rêve et une grosse erreur. Avec ce système, le commandant de Raoul voit un changement complet se produire dans la tactique et la stratégie, et part de là pour calculer que la durée d'écoulement serait de 1 heure 30 au lieu de 3 heures 47 pour une division et de 3 heures 30 au lieu de 8 heures 2 pour un corps d'armée en marche !

Je n'ai aucune compétence pour juger de pareilles questions, mais plusieurs officiers, que j'ai consultés au sujet de ces calculs, m'ont suffisamment fait comprendre qu'il s'agissait de théories erronées et de combinaisons impraticables, même en admettant qu'une marche aussi rapide puisse être réalisée normalement.

Quoiqu'il en soit, ces corps de coureurs, il faut l'admettre, seraient composés d'athlètes, ce qui indiquerait en somme que parfois les athlètes ont du bon et sont

(1) *Comment on marche,* page 126.

utiles dans une armée, absolument comme les hommes de génie auxquels, en leur qualité d'athlètes intellectuels, on a donné la qualification de « dégénérés supérieurs » où, si l'on veut encore de « fatigués supérieurs », sont utiles dans une nation. Mais il semble que des uns comme des autres, il n'en faut pas trop, dans l'intérêt de la race, comme dans celui de la société; car il y aurait vraiment trop de malades à soigner!

Il y a lieu de laisser de côté ici l'intérêt de la race, question qui demanderait des développements considérables, pour arriver à montrer que les enfants d'athlètes ou d'hommes fatigués et usés par une activité physique trop grande et trop précoce, sont aussi bien que les enfants de génies, analogues aux enfants de vieillards, c'est-à-dire dénués d'énergie, de volonté et de résistance aux diverses affections qui les guettent.

Mais il paraît utile de parler un peu de la santé de ces athlètes qui, au cours de leurs prouesses, semblent ne pas connaître la fatigue, et chez lesquels l'entraînement paraît masquer ces diverses indispositions légères ou graves, auxquelles sont sujets la plupart des hommes: C'est, il faut le répéter, soit par la mort prématurée survenant dans le cours ou souvent dès le début d'une maladie aiguë, soit par des maladies chroniques que se manifestent la plupart des dégénérescences organiques qui résultent de la fatigue profonde, laquelle, pas plus que la dégénérescence alcoolique au début, n'est presque jamais ressentie, ainsi qu'on l'a vu.

On sait que la nutrition est sous la dépendance immédiate du système nerveux. Or, quand à la suite d'une dépense considérable d'activité, ce dernier déchoit, en subissant des modifications dégénératives dans la texture de ses éléments nobles, ce qui l'empêche à tout

jamais d'accumuler des réserves de forces suffisantes, cette déchéance se manifeste d'une façon variée, soit par des symptômes qui révèlent le déséquilibre de ses fonctions, soit par des signes indiquant le mauvais fonctionnement et la souffrance d'organes qui, par hérédité ou pour une autre cause, offrent une moindre résistance, et qui, pour cette raison, demandent une innervation trophique plus considérable, laquelle ne peut plus leur être donnée.

C'est alors, ou bien que les symptômes s'aggravent progressivement jusqu'à la mort, ou bien que ces organes sont frappés irrémédiablement d'une déchéance plus ou moins accentuée qui se manifeste par un fonctionnement moindre, c'est-à-dire par la méiopragie, sur laquelle il y aura lieu de revenir plus loin.

De nombreuses expériences faites dans les laboratoires montrent que des animaux intoxiqués par des alcaloïdes, des toxines ou des microbes résistent beaucoup mieux à une dose de poison déterminée, s'ils sont dans un état normal, que si on les a fatigués préalablement par un exercice quelconque, en les faisant courir plus ou moins longtemps dans une cage à écureuil, par exemple (Charrin). Sans doute ces cas de fatigue aiguë et récente ne rentrent pas précisément dans la catégorie de ceux dont il est question ici, puisqu'il s'agit de fatigue profonde et devenue permanente, mais ils contribuent dans une certaine mesure à montrer l'influence pernicieuse de la fatigue en général sur la moindre résistance de l'individu aux maux qui peuvent l'assaillir.

A vrai dire, il est presque injuste de reprocher au commandant de Raoul de s'être à peine occupé de la question de la fatigue et de n'avoir pas parlé de la santé

des hommes qui marchaient et couraient avec lui : Il n'était pas médecin et n'était vraisemblablement pas assisté spécialement d'un médecin au cours de ses expériences, puisque le docteur Regnault, son collaborateur dans la rédaction du livre « *Comment on marche* », n'a fait que prendre part aux expériences chronophotographiques, à les décrire et à les interpréter.

De plus, à part les affaissements et les courbatures qui eurent lieu dans les débuts, et qui constituent les avertissements dont il a été parlé, aucun des hommes, une fois l'entraînement bien établi, ne se sentit fatigué, même après les performances les plus invraisemblables, puisque la troupe, à ce régime de marche et de course, couvrait journellement et facilement 20 kilomètres en 1 heure 50, avec ses armes, ses cartouches et ses vivres ! Avec ce train, la cavalerie était suivie sur route, dépassée à travers champs et l'artillerie à cheval était toujours dépassée !

Que peut-on déduire de pareils faits ? C'est que l'adaptation *provisoire* du système nerveux de l'homme à de pareilles dépenses de forces dépasse toute imagination. Mais c'est le cas de dire qu'à cet égard, comme en toutes choses, il faut considérer la fin. Ce qu'il eût été très intéressant de faire et ce qui n'a pas été fait, c'eût été de suivre avec beaucoup de soin et de méthode l'état de santé de ces hommes pendant un certain temps et même pendant des années, à la suite de pareils exploits. Il est peu douteux, sinon certain, que les résultats d'une pareille observation ne seraient pas encourageants pour faire continuer de pareilles marches.

Mais les patientes investigations et les observations de longue durée ne sont pas dans les mœurs scienti-

fiques actuelles. On croit pouvoir trouver la meilleure explication des phénomènes vitaux dans les recherches de laboratoire, en instituant sur des animaux des expériences en somme faciles à réaliser, à la façon des chimistes, qui observent les différents réactifs qui se produisent au cours de leurs manipulations. Mais cette méthode, sans doute très utile, ne remplace pas et n'exclut pas l'observation clinique, laquelle est évidemment beaucoup plus difficile à mettre en pratique.

Ce qu'il serait aussi intéressant d'étudier et d'approfondir, au point de vue physiologique, c'est l'absence de la sensation de fatigue qui se manifeste après un certain temps d'entraînement à la marche. On allègue que c'est là une question d'habitude, mais ce n'est pas une explication, car on peut en dire autant vis-à-vis de l'alcool, de la morphine et de la plupart des poisons, contre lesquels l'organisme se révolte lors des premières prises et dont il se passe difficilement par la suite.

On peut admettre que quand l'activité nerveuse est vigoureusement portée d'un côté, elle ne s'exerce pas de l'autre. C'est de cette façon qu'on explique le fait des individus très occupés, qui ne ressentent pas du tout une vive excitation à la peau, laquelle, dans d'autres circonstances, leur aurait arraché des cris de douleur. C'est ainsi que, selon l'adage, on est rarement malade en voyage ou la veille d'un mariage. D'autre part, on voit fréquemment de pâles et frêles jeunes filles chlorotiques valser pendant toute une nuit sans fatigue apparente. Enfin, tout médecin a observé nombre de fois, dans le cours de sa pratique, une mère veiller jour et nuit son enfant gravement malade, pendant de nombreuses semaines au besoin, et cela sans éprouver la moindre lassitude jusqu'à ce que survienne ce que l'on

appelle la réaction, pendant laquelle apparaissent toutes les suites d'une pareille débauche d'activité. Tous ces exemples et tant d'autres analogues qu'on pourrait citer montrent qu'une grande activité annihile la sensibilité à la fatigue, mais l'explication du fait reste à trouver.

A ce propos, le docteur Tissié remarque dans son livre sur la fatigue et l'entraînement physique, que l'entraînement intensif qui résulte facilement de l'abus des sports provoque l'automatisme, lequel produit à son tour la suggestibilité, ou tout au moins la crédivité exagérée. Cet entraînement outré aux exercices physiques « tendrait à provoquer une régression du moi conscient vers le moi inconscient, de la volition intellectuelle vers l'aboulie automatique ». (1) On peut admettre cette opinion, mais à la condition qu'il soit entendu que dans ce cas, l'automatisme créé est pathologique; car l'automatisme normal existe et préside d'une façon subconsciente sans doute, mais certaine, aux mouvements les plus compliqués, comme ceux de la marche, aussi bien qu'à certaines associations d'idées très compliquées, qu'il favorise d'ailleurs singulièrement dans les deux cas.

Ce qui est positif, et c'est là une considération à laquelle on doit sans cesse revenir, c'est que le budget de l'énergie humaine, quoique très élastique, n'est pas inépuisable. Et comme tout se paie, il arrive qu'au règlement des comptes, on constate, après une trop forte dépense d'activité, un déficit plus ou moins considérable dans un ou plusieurs des départements organiques auxquels il a été trop emprunté. Pendant quelque temps, ces départements avaient pu subir leur gêne sans se

---

(1) Ouvrage cité, page 73.

plaindre en vivant avec parcimonie, ou en se faisant suppléer au besoin par leurs voisins; mais le moment arrive où ils réclament impérieusement ce qui leur est dû d'énergie nerveuse pour pouvoir vivre normalement, et c'est alors que souvent force est de constater que la faillite totale est constituée.

Parmi les officiers qui ont été les disciples du commandant de Raoul, j'ai eu la bonne fortune de voir pendant la dernière saison thermale à Saint-Honoré-les-Bains, le commandant de X..., qui a été l'un de ses meilleurs et de ses plus ardents collaborateurs. J'ai pu ainsi recueillir son jugement, qui, dans l'espèce, est d'un poids considérable, et prendre son observation, qui offre le plus grand intérêt pour permettre de vérifier le bien fondé des considérations précédentes.

Cet officier, âgé de quarante-huit ans, très bien constitué et doué originairement d'une santé parfaite, m'a déclaré qu'il avait perdu cette belle santé avec une grande partie de ses forces, en formant à la marche et à la course en flexion plusieurs classes de soldats de la compagnie qu'il commandait comme capitaine. Actuellement, il est en disponibilité pour lui permettre de soigner divers symptômes de neurasthénie à forme gastrique et des névrites périphériques assez nombreuses. Il craint que ne pouvant pas reprendre assez tôt son service, sa carrière soit ainsi brisée.

Ce qui est particulièrement intéressant dans les déclaration du commandant de X..., c'est qu'au cours de ces marches excessives, les soldats se montraient des plus vigoureux et que les officiers était unanimes à déclarer que leur santé ne pouvait pas être meilleure et que jamais ils n'avaient été plus forts, plus alertes, plus résistants aux fatigues résultant d'exercices de

tout genre : marche, escrime, cyclisme, et aussi plus portés aux travaux intellectuels. Lui seul, malgré un très bon état général, avait cependant commencé à souffrir d'insomnies : C'était là évidemment le début de l'affection qui devait bientôt se développer. A cet égard, il est bon de remarquer que les insomnies sont constatées assez fréquemment dans la fatigue profonde ou chronique déterminée par des marches répétées et forcées, ce qui serait une preuve de plus en faveur de cette opinion que le sommeil est pour le cerveau un travail spécial au moyen duquel il répare par son action trophique les diverses usures organiques. Or, si les forces en réserve sont insuffisantes, en raison du gaspillage qui peut en avoir été fait, ce travail ne peut être exécuté, d'où l'insomnie, pendant laquelle les dépenses antérieures continuent à se faire, moins considérables sans doute, mais dans le même sens, en raison de la vitesse acquise pourrait-on dire, et se révèlent par des agitations et des inquiétudes dans les membres, accompagnées au besoin d'un appareil fébrile.

Pour compléter utilement cette observation, il faudrait faire une enquête qui permît de se rendre compte de l'état de santé ultérieur de tous ces hommes, officiers et soldats, qui ont pris part aux mêmes marches; car ce que le commandant de X... n'a pas vu, et ce qu'il ne pouvait pas voir, ce sont les modifications profondes produites dans le système nerveux de ses soldats à la suite d'efforts aussi intenses et aussi prolongés, modifications donnant lieu à des symptômes variés, qui ne se rélèvent le plus souvent qu'à la longue, ainsi que le fait s'est produit chez lui-même.

Il paraît vraisemblable que des accidents analogues

se sont produits dans les diverses compagnies où l'on a tenté les mêmes expériences répétées de marche en flexion, bien que le commandant de Raoul constate la même endurance et la même bonne santé apparente qui lui ont été signalées par plusieurs chefs de ces compagnies. Mais là comme plus haut, il eût fallu observer pendant beaucoup plus longtemps, pour pouvoir apprécier sainement les effets lointains de ces marches forcées; car on devient facilement, trop facilement pourrait-on dire, un athlète de la marche, c'est-à-dire que tout en dépensant trop de forces avec ce mode d'activité, ont ne sent pas la fatigue qui en résulte et qui se manifeste plus tard d'une façon plus ou moins grave. En un mot, si beaucoup de gens ne marchent pas assez, beaucoup d'autres marchent trop, sans se douter que cet excès peut influer gravement sur l'équilibre de leur santé.

Ce qu'il est nécessaire de savoir et ce qui, en même temps est à déplorer vivement, c'est que le commandant de Raoul est mort, très certainement victime de sa foi dans les avantages de la marche et de la course en flexion.

Au cours de ses expériences dans différents régiments, il avait été à même d'observer que certains sujets, principalement des officiers, présentant différentes manifestations de nature arthritique, avaient été nettement soulagés de leurs divers symptômes et d'accidents plus ou moins pénibles, à la suite d'un certain temps de pratique de la marche et de la course en flexion, et en cela il avait vu juste !

Il est certain, ainsi qu'on le verra plus loin, que la marche accélérée et la course de fond sagement comprises et pratiquées, c'est-à-dire surveillées et dosées

minutieusement, en raison des indications présentées par les malades, peuvent, en surexcitant la nutrition, la modifier d'une façon considérable et par là même faire disparaître des symptômes très pénibles qui ont résisté jusque-là aux meilleures médications.

C'est en prenant ces observations pour point de départ, qu'aussitôt mis à la retraite et encore jeune, le commandant de Raoul certain d'avoir en mains le moyen de guérir de nombreuses affections relevant de l'arthritisme, s'occupa de recruter des malades de cette catégorie pour les faire marcher et courir dans le parc d'une maison de santé à Auteuil. Il obtint des succès et, comme il arrive à tout guérisseur de bonne foi, mais non médecin, ses succès furent retentissants. Il devint ainsi sans fracas, ni publicité, un nouveau Priesnitz ou un nouveau Kneipp de la *dromothérapie,* nom heureusement trouvé et donné à cette médication par le docteur Burlureaux, qui avait été mis au courant de l'existence de ces pratiques thérapeutiques, et qui avait pu en apprécier les résultats.

De Raoul avait pour principe de ne pas quitter un instant ses malades qu'il suivait toujours à la marche comme à la course, afin de les surveiller, de les encourager et de les distraire, en les entraînant malgré eux, pour ainsi dire. Un jour, le médecin de l'établissement le trouva oppressé avec une figure altérée ; il l'ausculta et le trouva gravement atteint par le cœur et les poumons. Ce ne fut qu'après de vives instances qu'il le décida à rentrer chez lui pour se soigner et, quelques jours après, il était mort, enlevé ainsi subitement à l'affection des siens. Il est difficile de ne pas voir une relation directe entre ce résultat et les causes évidentes, bien que lointaines, qui l'ont provoqué !

A la suite de ces considérations et de ces vues critiques résultant de la comparaison des différents genres de marche, c'est le cas de formuler une opinion nette et de présenter des conclusions fermes, en répondant aux deux questions posées au commencement de ce travail : Comment marche-t-on et comment doit-on marcher ?

Malgré tous les arguments fournis par les promoteurs de la marche en flexion, il ne paraît pas possible de vouloir remplacer et même modifier la marche classique, dite en extension, que tout le monde connaît et pratique depuis un temps immémorial, chez toutes les nations civilisées et même barbares.

Ce mode de progression a sa raison d'être, parce qu'il est en conformité avec la structure anatomique du pied et de la jambe et des fonctions musculaires de ces organes, ainsi qu'avec la rectitude de la colonne vertébrale. En outre, il a également la même raison d'être, parce qu'il demande à l'homme le minimum d'effort de la part du système musculaire qu'il met en jeu, puisque les mouvements qu'il produit sont en grande partie passifs. Par suite, on peut admettre que la marche en extension est la marche normale et naturelle de l'homme qui ne peut que continuer à progresser de la sorte.

Quant à la marche en flexion, c'est avant tout un mode de progression acquis, qui peut être adopté exceptionnellement par certains professionnels de la marche, auxquels il peut donner quelque soulagement, surtout à la fin des longues courses, pour diminuer les inconvénients de la commotion produite par le choc du talon. Mais cette marche nécessite un travail musculaire très considérable, puisque tous les mouvements pro-

duits sont actifs, et par suite elle est beaucoup plus fatigante que la marche normale.

Cependant certains grands coureurs ont adopté plus ou moins le mode en flexion, que l'on peut considérer comme une allure admissible et pouvant rendre des services dans la course de fond, en raison du penché en avant qui précipite facilement le pas et qui amoindrit les effets du choc du talon.

Il y aurait donc lieu, pour conserver l'allure normale dans la marche comme dans la course, de chercher à supprimer ce choc du talon et à diminuer le penché en avant qui est certainement aussi un grand élément de fatigue. C'est le résultat des recherches que j'ai faites à cet égard que je vais soumettre à l'appréciation et au jugement des physiologistes et des marcheurs.

CHAPITRE IV

Des différents moyens proposés jusqu'ici pour faciliter la marche.
Description des Calcanettes.

Peut-on faciliter la marche et diminuer la fatigue qui en résulte par des artifices physiques ou mécaniques? La réponse affirmative ne fait aucun doute pour toute personne un peu au courant des conditions physiologiques de la marche. Aussi bien, c'est là un problème qui a hanté depuis quelque temps l'esprit d'un certain nombre de chercheurs; mais malgré de nombreux essais, aucun résultat appréciable et pratique ne semble avoir été obtenu jusqu'ici.

On sait que nombre de circonstances peuvent faire varier le rendement de la marche; ainsi, dès 1880, M. Marey montrait, à l'aide de ses appareils enregistreurs, que le pas est plus long pour l'homme qui a des chaussures à talon bas que pour celui qui porte des talons élevés, plus long pour le marcheur dont la semelle est épaisse et se prolonge un peu en avant du pied que pour celui dont la chaussure est courte et flexible.

Mais ce qui a fait l'objet des plus nombreuses recherches, c'est d'arriver à supprimer, autant que possible, les effets toujours mauvais résultant du choc du talon. En principe, le problème à résoudre a toujours été le suivant : fournir aux marcheurs les avantages

procurés aux véhicules, par leur suspension sur des ressorts et par les roues à bandages élastiques. Mais ce desideratum simple à exprimer, a constamment paru très difficile à réaliser, en raison de ce fait bien connu des physiologistes accoutumés à imaginer des dispositifs expérimentaux, aussi bien que des fabricants d'instruments de chirurgie, d'orthopédie et de mécanothérapie, qu'il y a incompatibilité presque absolue et constante entre la structure morphologique du corps humain et la forme géométrique nécessairement donnée aux machines établies par les ingénieurs.

D'autre part, les mouvements de la machine humaine n'ont aucun rapport avec les mouvements des machines mécaniques, puisqu'ils ne sont ni rectilignes, ni circulaires, ni elliptiques, ni paraboliques et n'affectent la forme d'aucune ligne connue. En un mot, la statique et la cinématique des êtres vivants diffèrent totalement de la statique et de la cinématique des machines usitées en mécanique.

Aussi, la plupart des mécaniciens, qui ont entrepris de résoudre le problème en question, se sont heurtés presque aussitôt à des difficultés qui leur ont paru insurmontables. A part l'emploi du caoutchouc, dont il va être parlé, et qui offre l'avantage d'atténuer plus ou moins les chocs du talon, mais sans donner lieu à la réaction nécessaire, il n'y a eu que des conceptions vagues, à peine ébauchées, des dispositifs schématiques pouvant tout juste servir à des démonstrations sommaires ou à des expériences de laboratoire. Parmi les exemples, on peut citer l'odographe de M. Marey, qui n'a d'ailleurs pas été fait pour faciliter la marche, mais pour l'enregistrer.

Ce qui montre bien que rien n'a encore été imaginé

de réel, d'effectif et de pratique en matière de chaussures élastiques pour faciliter la marche, c'est qu'aucune des conceptions présentées n'a pu être réalisée industriellement. Or, on sait que c'est là la pierre de touche de toute conception nouvelle vraiment pratique. En outre, il faut constater qu'aucun travail n'a été publié sur la transformation de la marche par ce moyen. En un mot, tout ce qui a été proposé jusqu'ici à cet égard, n'est pas sorti du domaine de la théorie.

A vrai dire, le problème n'a jamais été serré de près. Or, dans ce cas comme dans tant d'autres, l'expérimentation technique est seule capable de donner un résultat. C'est, bien pénétré de cette idée, que, depuis bientôt trois ans, je me suis mis résolument à la besogne, en commençant par réaliser et essayer les différents genres de dispositions établis sur le papier et dont plusieurs ont été brevetés.

Il est déjà bon d'examiner les résultats qu'on obtient avec l'emploi du caoutchouc sous toutes ses formes. Etant donné le succès qu'a eu cette matière dans la constitution des bandages de roues, l'idée de la faire intervenir dans la confection des chaussures était toute naturelle, car la semelle du soulier peut être assimilée, sous certains rapports, ainsi qu'on l'a vu, à un bandage de roue.

Il y a quinze ans environ, le docteur Léon Colin, médecin inspecteur de l'armée, bien convaincu de l'avantage qu'il y aurait à supprimer les chocs de la marche chez le soldat, proposa d'encastrer, dans le talon de la chaussure du fantassin, un bloc de gomme élastique de 35 millimètres de diamètre sur 20 millimètres de hauteur et dépassant de 2 à 3 millimètres la surface intérieure de la semelle. L'idée d'appliquer le caoutchouc

à l'intérieur de la chaussure, afin d'éviter l'usure très prompte à se produire, quand cette matière est fixée sous le talon, était évidemment très juste; mais les résultats acquis sont très peu appréciables, car l'élasticité obtenue par une si petite quantité de matière est à peu près nulle et ne vaut même pas les résultats donnés par l'application du caoutchouc sous la semelle.

Dans le même ordre d'idées, on a proposé l'emploi de semelles mobiles en caoutchouc mousseux ou alvéolaire que l'on place dans l'intérieur de la chaussure : l'effet immédiat est assez marqué, la marche est adoucie et la sensation obtenue est agréable; mais, outre que la matière arrive vite à se condenser et à durcir, ce qui annihile cet effet, le caoutchouc s'oppose à l'évaporation de la sueur et produit de nombreux inconvénients sur lesquels il est inutile d'insister.

On a proposé également l'emploi du caoutchouc creux, sous la forme d'un tube recourbé en fer à cheval, ouvert à ses extrémités et placé dans la chaussure, la convexité contournant le talon, et le tout surmonté d'une semelle mobile. Ce dispositif constitue l'invention de la botte élastique décrite dans la *Revue militaire suisse,* de mars 1899, et due à M. Del Pablo de Udine. Je n'ai pas fait l'essai de ces bottes, mais j'ai cru devoir les perfectionner en appliquant deux autres tubes placés concentriquement au premier, de façon que la surface entière de la semelle fût couverte au niveau du talon : l'effet immédiat est suffisamment bon, mais il diminue très vite d'intensité, par suite de l'aplatissement des tubes dont les parois intérieures finissent très vite par adhérer.

Entre temps, j'imaginai un autre système de caoutchouc creux qui semblait pouvoir donner de meilleurs

résultats. Ce système consiste à pratiquer la plus grande cavité possible dans l'épaisseur du talon de la chaussure et à remplir cette cavité de petites balles de caoutchouc creux qui dépassent en haut le niveau de la cavité d'un centimètre environ, le tout recouvert d'une bonne semelle fixée en avant sur la cambrure. Contrairement à l'attente, ces balles s'intercalent les unes dans les autres et forment, sous la pression du talon, un bloc enserré entre les parois de la cavité. Le même résultat négatif est obtenu avec des billes en caoutchouc plein. De sorte que cette solution, qui pouvait sembler rationnelle *à priori,* a complètement échoué devant l'épreuve expérimentale.

Enfin, l'idée d'insérer dans la semelle des chaussures une chambre à air, devait fatalement venir à l'esprit, et a été réalisée en fait par la construction de souliers pneumatiques. Ces chaussures, qu'on a pu voir dans la maison Cook de Paris, sont destinées seulement aux coureurs de vitesse et ressemblent aux souliers adoptés pour ce genre de course, avec des pointes de *cinq centimètres* de longueur, fixées sous la semelle et destinées à empêcher de glisser. On ne peut courir avec ces souliers que sur la pointe des pieds et sur un parcours de 130 à 150 mètres au maximum, lequel doit être couvert entre 10 à 15 secondes, sans que l'individu puisse faire une simple inspiration. Il s'agit là, comme on le voit, d'un véritable bond ! Par conséquent, ces chaussures n'ont rien de pratique pour la marche ordinaire et la course de fond, qui nécessiteraient un modèle spécial que j'ai fait réaliser aussi convenablement que possible, pour pouvoir l'expérimenter, en l'insérant partie dans une cavité pratiquée dans le talon et partie en dessus, de sorte que l'ensemble ressemblait à un

champignon, dont le pied remplissait la cavité du talon et le chapeau s'épanouissait sur la semelle.

Ce système, imparfait sans doute, et même grossier, a cependant fonctionné suffisamment pour qu'on puisse se rendre compte de son action, laquelle ne donne pas un résultat satisfaisant. La sensation varie avec le gonflement plus ou moins accentué de la chambre; si la pression de l'air est trop considérable, le talon s'incline à droite ou à gauche sans pouvoir prendre d'assiette; si la pression est faible, l'action est nulle, et d'ailleurs l'appareil *ne rend pas* sous le choc du talon, autrement dit, il n'y a pas de réaction.

En somme, le résultat est plutôt moindre que celui obtenu avec le caoutchouc plein, et d'ailleurs l'ensemble est d'un volume relativement considérable et nécessiterait de telles modifications dans l'économie générale de la chaussure qu'on ne peut pas songer à construire un tel appareil, qui rendrait si peu de services aux marcheurs, moins assurément que le simple caoutchouc plein qui, appliqué sous la semelle en bande suffisamment épaisse, a une action sensible sur l'atténuation du choc. D'ailleurs, l'emploi de la chambre à air dans les selles de bicyclette, a donné des résultats plutôt mauvais et bien inférieurs à ceux qu'on attendait de ce nouveau système.

En somme, ces résultats comparatifs obtenus avec les différentes formes données au caoutchouc, pour atténuer les chocs de la marche, sont en contradiction absolue avec les faits observés dans l'usage des bandages élastiques des roues de bicyclettes et des autres véhicules. Mais ces effets contraires ne semblent pas être difficiles à expliquer. Sans doute le déroulement du pied de l'homme qui marche, peut être comparé à

la progression d'une roue, comme on l'a vu plus haut; mais là doit s'arrêter la comparaison, car le posé du pied sur le talon ou même à plat, qui constitue comme une chute verticale du poids du corps, donnant lieu au choc bien connu, n'a rien d'analogue dans la progression de la roue, excepté quand celle-ci vient à rencontrer subitement un trou ou une dépression accentuée de terrain.

Dans ce cas, le choc existe et peut être comparé avec celui de la marche. D'ailleurs, il n'est pas plus atténué par le bandage pneumatique que par celui à caoutchouc plein et même peut-être moins, parce que ce dernier a plus de masse, c'est-à-dire plus de matière élastique réagissante, ce qui lui permet de moins s'affaisser et de mieux rebondir. C'est là une remarque que peut faire tout bicycliste qui traverse un caniveau avec sa machine. On peut également percevoir ce choc en laissant tomber de quelques centimètres de hauteur une bicyclette, à pneumatiques bien gonflés, tenue dans les mains. En un mot, le pneumatique, pour bien agir, ne doit pas perdre contact avec le sol, ce qui lui arriverait nécessairement à chaque pas de la marche s'il était appliqué aux chaussures.

En fait, si le bandage pneumatique appliqué à la roue agit beaucoup mieux que les bandages creux et plein, pour supprimer les chocs et les trépidations qui s'ensuivent, c'est qu'au lieu de monter sur l'obstacle, il l'absorbe, le boit, comme on l'a parfaitement dit, et en un mot le supprime.

Or, il en est tout autrement dans la marche, où il ne s'agit pas de supprimer les différents obstacles constitués par les aspérités d'une route, puisqu'une bonne semelle épaisse, débordante et cloutée donne plus ou

moins ce résultat, en enlevant la sensation de ces obstacles, mais où la grande affaire est d'annihiler le choc initial du talon tombant à terre avec le poids du corps, ce qui est tout différent, et, en outre, de faire récupérer au même talon la force vive qu'il a perdue, ce qui n'est pas le rôle du pneumatique, qui n'agit bien qu'en se déformant, pour épouser la forme de l'obstacle.

On voit, par ces exemples et ces observations, comment l'expérimentation technique l'emporte sur les présomptions et les déductions théoriques les mieux fondées et combien il faut se défier des généralisations hâtives et des conclusions prématurées qui constituent le point faible des meilleurs esprits. C'est ainsi qu'on peut lire dans la *Revue du Touring-Club,* de juin 1899, un article semblant très documenté, sur les semelles pneumatiques et signé par le capitaine L. de N..., dans lequel l'auteur célèbre ce système de chaussures qui, à son avis, doit produire les meilleurs effets sur la marche, et regrette vivement que le prix, qui semble en devoir rester trop élevé, s'oppose à la généralisation de son usage ! Or, depuis quatre ans qu'a paru cet article, il n'y a pas apparence que les chaussures pneumatiques aient été réalisées industriellement pour l'usage courant, ce qui indique suffisamment, qu'au point de vue pratique et même théorique, la conception de ce système destiné à faciliter la marche était basée sur des idées erronées.

Il résulte de toutes ces considérations comportant peut-être de trop nombreux détails, que l'emploi du caoutchouc, sous quelque forme que ce soit, semble être insuffisant pour modifier les chaussures, de façon à faciliter convenablement et suffisamment la marche, et

est loin de donner en pratique les résultat qu'on pouvait en attendre. Sans doute, la semelle en caoutchouc plein communément employée dans la confection des sandales destinées à préserver le pied de l'humidité, ou dans les chaussures de sport, atténue sensiblement le choc de la marche et peut dans une certaine mesure diminuer la fatigue qui en dérive; mais, outre que ces semelles sont usées après un usage très court, il y a tout lieu de penser qu'en principe on doit pouvoir obtenir beaucoup mieux avec l'emploi des ressorts en acier, dont les effets demandent à être étudiés sérieusement. C'est à cette étude que je me suis appliqué tout particulièrement, et je viens exposer aussi brièvement que possible les résultats que j'ai obtenus à la suite des nombreuses expériences instituées à cet effet.

L'idée d'insérer des ressorts dans la chaussure pour faciliter la marche n'est pas nouvelle, mais ne date pas de loin et semble résulter du grand progrès suscité dans l'industrie des ressorts par la mécanique contemporaine et surtout par les besoins des nouveaux moteurs et de l'automobilisme.

Il est d'ailleurs simple et facile de proposer l'installation d'un ou de plusieurs ressorts entre deux semelles d'une chaussure, ou dans la cavité d'un talon aménagé à cet effet; mais de l'idée à sa réalisation, il y a loin comme on va le voir, car, pour ce faire, il y a à tenir compte d'un grand nombre de conditions essentielles, dont on ne se doute pas de prime abord, qui compliquent tellement la tâche à accomplir que certains ingénieurs et non des moins habiles l'ont considérée comme impossible à mener à bonne fin.

Ce qu'il faut admettre avant tout, c'est qu'un ressort, quelque soit sa forme, doit conserver dans sa course

une direction invariable et, par suite, doit être fixé à ses deux extrémités à des organes rigides dont la course éventuelle doit avoir également une direction invariable. En dehors de ces conditions strictement observées le ressort est faussé ou brisé, c'est-à-dire hors d'usage.

Dans les constructions mécaniques ordinaires, ces conditions sont facilement obtenues par différents artifices très connus et qu'il est inutile de décrire, mais en mécanique appliquée aux êtres vivants tout est beaucoup plus compliqué, d'autant que dans l'espèce, il s'agit de suivre le déplacement d'un organe (le talon) qui oscille et chevauche irrégulièrement sur une surface rigide, mais inégale et à inclinaisons variables (le sol).

Une autre difficulté non moins grande à vaincre c'est de trouver la place pour caser le ou les ressorts. A première vue il paraît simple de ménager cette place dans une cavité pratiquée dans l'épaisseur du talon, mais outre que cette modification dans la construction de la chaussure est à tous égards difficile à réaliser et nuit grandement à sa solidité, cet artifice est illusoire et ne fait que reculer la difficulté, puisque le talon du pied ne peut pas suivre le ressort qui doit s'affaisser dans cette cavité et qu'en tout état de cause, ce ressort doit dépasser la surface supérieure de la semelle. Car, de quelque façon qu'on s'y prenne il faut entre la semelle mobile supportant le pied et la semelle fixe une solution de continuité dans laquelle est intercalé le ressort et cette solution de continuité doit avoir une hauteur mesurée par la course et plus exactement par le volume du ressort.

Enfin, il y a à déterminer la quantité des ressorts à employer et à faire le choix de leur forme. Il serait fastidieux d'entrer à ce propos dans des détails de

technique toute spéciale et je crois suffisant de décrire l'avant-dernier des nombreux appareils que j'ai fait construire, afin qu'on puisse se rendre compte des conditions multiples qu'un pareil système doit remplir.

Cet appareil consiste essentiellement dans un minuscule sommier élastique, analogue à ceux employés dans la literie. Plusieurs petits ressorts de forme conique, confectionnés en fil d'acier de deux millimètres de diamètre, sont disposés et fixés entre deux lames de métal qui sont par le fait parallèles. La lame supérieure est naturellement destinée à rejoindre la lame inférieure en s'affaissant avec les ressorts sous le poids du talon. Il est facile de donner à ce petit sommier la forme de la semelle au niveau du talon et il n'y a qu'à le mettre en place pour l'essayer.

La sensation éprouvée est bien celle à laquelle on pouvait s'attendre, le choc du talon est très atténué et la poussée réactionnelle se produit aussitôt après, en soulevant le talon. Mais des inconvénients graves ne tardent pas à se montrer, tels que l'affaissement irrégulier de la lame supérieure, selon que l'on marche sur des inégalités de terrain qui produisent le maximum d'effort en dehors ou en dedans et même en avant ou en arrière. Il en résulte des chevauchements divers de cette lame qui donnent lieu à la déformation et au bris des ressorts, lesquels sont bientôt, c'est-à-dire après quelques kilomètres de marche, hors de service.

En même temps une inclinaison permanente de la lame se produit d'un côté ou de l'autre et met le talon en mauvaise posture, ce qui nuit immédiatement à la marche et pourrait arriver à blesser le pied. Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à ce dispositif très insuffisant,

mais qui m'a offert le grand avantage de pouvoir étudier et juger de très près les conditions fondamentales que l'appareil cherché devait remplir.

Ce que je remarquai de plus important, c'est que les deux lames ne peuvent pas être indépendantes l'une de l'autre et doivent être, au contraire, étroitement solidaires. De là à la conception d'une charnière, reliant antérieurement les deux lames, il n'y avait qu'une relation à saisir, ce qui fut vite fait et l'appareil était trouvé.

Il restait sans doute à établir le type de ressort à employer et la façon de le fixer, ce qui demanda de nouveaux et de laborieux essais; mais ce ne fut plus là qu'une question de temps et il semble utile et convenable de décrire aussitôt l'appareil tel qu'il est déterminé aujourd'hui. Et puisque par sa conception, aussi bien que par son action, il semble être vraiment nouveau, j'ai cru bon de lui donner également un nom nouveau : la Calcanette (de *Calcaneum*, os du talon).

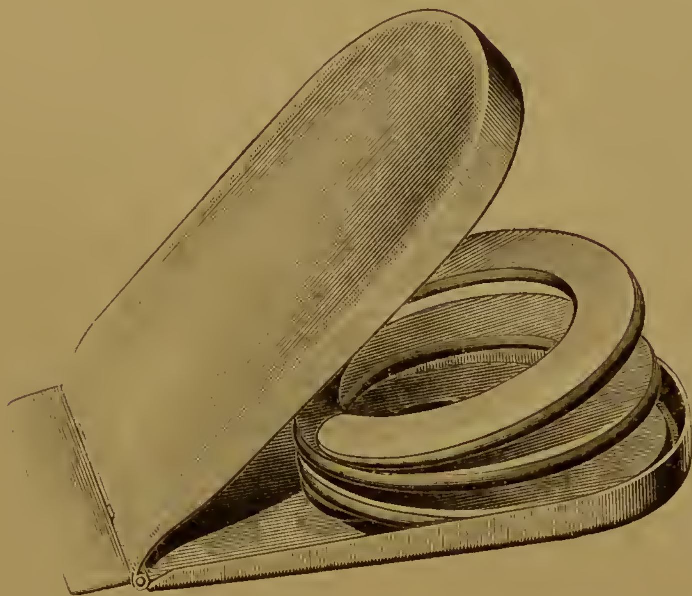
Une Calcanette (fig. 7), et formée par deux valves en aluminium ou autre métal, à rebords renversés et articulées à leur extrémité antérieure par une double charnière. Entre ces valves, dont l'inférieure pénètre dans la supérieure, pour former avec elle une sorte de boîte, est inséré un ressort héliçoïdal oblique, tout spécial, en acier souple et robuste, dont la résistanee doit être au moins égale au poids du corps.

La forme et les dimensions de l'ensemble sont sensiblement les mêmes que celles des talonnettes en liège, dont se servent principalement les femmes, qui les placent dans leurs chaussures pour hausser leur taille et rendre plus prononcée la cambrure du pied. Ces mêmes effets sont naturellement obtenus avec les Calcanettes, bien que ce ne soit pas leur destination. La

valve supérieure est creusée en cuiller pour augmenter et faciliter l'assiette du pied; un ou plusieurs trous sont également percés sur ses bords pour permettre d'y fixer un coussinet d'étoffe ou de feutre destiné à diminuer les effets du frottement pour les pieds à épiderme trop sensible.

La valve inférieure, qui est ajourée le plus possible afin de diminuer le poids de l'ensemble, porte à sa face postérieure quelques pointes mousses destinées à s'enfoncer suffisamment dans le cuir de la semelle pour empêcher le glissement de la Calcanette d'arrière en avant.

Fig. 7.



CALCANETTE OUVERTE POUR MONTRER LA FORME DU RESSORT.

Ainsi qu'on peut le voir, les valves plus ou moins ouvertes laissent entre elles un espace pyramidal quadrangulaire constituant la boîte qui vient d'être indiquée, et dans laquelle il s'agissait de caser un ou plusieurs ressorts. L'étude approfondie de la façon dont se comportent ces organes, montre vite qu'il est bien préférable de n'employer qu'un ressort et d'adopter le ressort héliçoïdal oblique à fil plat, muni d'un cro-

chet extérieur qui sert à l'immobiliser, sans toutefois le fixer, dans une encoche pratiquée sur la valve inférieure.

La valve supérieure, dont l'obliquité épouse l'obliquité du ressort, suit strictement les oscillations de ce dernier, dont elle est solidaire. Ce dispositif donne lieu à une notable économie de place et permet de donner au ressort le plus grand diamètre possible, sans augmenter en conséquence l'angle formé par les deux valves, et par suite la hauteur de l'extrémité de la valve supérieure, hauteur qui serait bien plus considérable, si la surface supérieure du ressort était horizontale. Cela n'augmenterait d'ailleurs pas la hauteur du ressort dont j'ai fixé empiriquement la course totale entre 12 et 18 millimètres, et de plus, empêcherait de placer aussi facilement l'appareil dans la chaussure, ainsi qu'on le voit dans la figure 8.

Fig. 8.



Ce grand diamètre donné au ressort augmente son développement, qui est de 30 centimètres environ. On

sait que plus un ressort est long, plus les flexions qu'il peut supporter sont grandes; par suite, plus il est souple et moins il est cassant. Le principal étant, qu'en pratique, on ne dépasse pas l'angle d'élasticité qui est fonction de l'allongement élastique de l'acier trempé et recuit. A ce propos, il y aurait beaucoup à dire sur les nouvelles sortes d'acier employées dans la confection des ressorts ; mais ce serait sortir du sujet, et l'important est de savoir que les ressorts des Calcanettes sont en acier mangano-siliceux.

Quant au fil plat, il peut facilement être augmenté d'épaisseur pour renforcer la résistance du ressort, selon le poids des individus destinés à faire usage des Calcanettes, et cela, sans augmentation sensible du volume total, le diamètre restant d'ailleurs invariable.

Enfin, l'immobilisation du ressort par le crochet qui en est partie intégrante, et par les rebords des valves, sans le moindre artifice pour le fixer par des attaches quelconques, puisqu'il reste libre, constitue un moyen très simple pour conserver et favoriser sa souplesse, diminuer ses risques de fracture, ainsi que pour faciliter son interchangeabilité dans les cas où celle-ci est nécessaire. C'est là, on en conviendra, un avantage appréciable.

Telle est l'économie générale de cet appareil, qui a pour caractéristique d'être indépendant de la chaussure et dont la qualité maîtresse est la simplicité, laquelle est telle, que sa construction semble résulter d'un jeu d'enfant, et cependant cette simplicité a été obtenue à la suite de combinaisons beaucoup plus compliquées. C'est là d'ailleurs un fait d'ordre général observé dans la plupart des inventions, dont l'évolution procède du compliqué au simple. Il y a également lieu de ne pas

oublier les autres avantages de l'appareil, qui sont constitués par le petit volume, la solidité et le bon fonctionnement, duquel il va être parlé.

Il me reste ici le devoir très agréable à remplir, de remercier cordialement mon constructeur, M. Galante, fabricant d'instruments de chirurgie à Paris, de son excellente collaboration. Son habileté bien connue m'a été d'un grand secours et sa patience inlassable a été soumise à de dures épreuves, pendant les deux années d'études qui ont été nécessaires pour réaliser la construction des Calcanettes.

CHAPITRE V

Action mécanique et physiologique des Calcanettes

Les Calcanettes doivent être mises en place dans la chaussure, ainsi que l'indique la (fig. 8) du chapitre précédent et la gravure ci-dessous (fig. 9), c'est-à-dire sur l'emplacement du talon, et en observant les recommandations qui seront faites plus loin, dont la principale a trait au choix des ressorts qui doivent avoir une résistance dépassant de 5 à 15 kilos environ le poids du corps.

Fig. 9.



Dès les premiers pas, la sensation produite est remarquable par sa nouveauté et par les effets qui s'ensuivent. On s'imagine, en posant le talon à terre et principalement sur un terrain résistant (trottoir, pavé des villes, route macadamisée) marcher sur un tapis mœlleux et cette sensation est immédiatement suivie par celle d'une réaction effective, analogue à la poussée ou au rebondissement produit par un tremplin sur lequel on marche.

En fait, c'est bien un tremplin portatif que l'on a sous chaque talon et on se sent nettement poussé en avant par la force vive emmagasinée à chaque pas par le ressort, lequel, préalablement bandé par le poids du corps, se détend et ajoute son impulsion élastique à celle fournie par la détente des articulations de la jambe. De sorte que cette force employée à affaisser le ressort et qui est entièrement perdue dans la marche ordinaire, est au contraire récupérée dans la marche avec les Calcanettes.

Il y a plus, c'est que cette impulsion purement automatique, qui n'est jamais en retard, puisqu'elle commence à l'instant précis où le ressort est au bas de sa course, précède toujours l'impulsion produite par les contractions musculaires qui détendent les articulations et donnent lieu aux divers mouvements de la marche. Il en résulte que la réaction du ressort est non seulement effective en poussant le talon et en produisant un véritable *démarrage,* mais constitue *une mise en train permanente* qui stimule le cerveau et incite nettement à prendre la marche accélérée.

Cette courte description de l'action des Calcanettes montre que la marche est ainsi facilitée par trois mécanismes différents, l'un d'ordre purement physique et les

deux autres d'ordre physiologique, lesquels doivent être analysés et interprétés, si l'on veut se rendre compte de leur importance absolue et relative, en les examinant dans l'ordre où ils se manifestent pendant le cours de la marche.

En premier lieu, vient le posé du pied sur le talon, lequel est radicalement modifié par les Calcanettes. Non seulement le choc du talon sur un sol dur et résistant est atténué comme il peut l'être sur un sol tendre, mousseux ou gazonné, ou bien avec des semelles en caoutchouc, mais il est exempt de la moindre secousse, par le fait que la résistance du ressort s'accroît en raison directe de sa course, laquelle ne doit d'ailleurs pas être complète, c'est-à-dire ne doit par aller jusqu'au bloquage, de telle sorte que le corps reste suspendu en quelque sorte, jusqu'à ce que le centre de gravité passant immédiatement en avant avec la jambe oscillante, ce même ressort se détende pour pousser en haut la jambe qui va bientôt recommencer son évolution.

On peut comparer la sensation obtenue, laquelle est vraiment nouvelle, à celle que l'on éprouve en se laissant tomber sur un siège muni d'un bon sommier élastique, dont les ressorts sont assez résistants pour ne pas aller à l'extrémité de leur course. On rebondit mollement sans secousse.

Au contraire, si on se laisse tomber sur un siège simplement rembourré, ou dont les ressorts formant sommier ont une résistance insuffisante, la secousse existe et la commotion qui en résulte, si atténuée qu'elle soit, finit, en se renouvelant un certain nombre de fois, à donner lieu à une fatigue plus ou moins marquée, laquelle se manifeste dans le système nerveux central.

C'est bien d'ailleurs, comme on l'a vu, une commotion plus ou moins forte qui est produite à chaque pas de la marche, par le choc du talon et cette commotion est plus ou moins vivement ressentie, selon des circonstances nombreuses et selon les dispositions du sujet qui peut être plus ou moins vulnérable à ce genre de traumatisme. On a vu également que le marcheur emploie instinctivement divers procédés pour atténuer le choc du talon; mais que ces procédés aboutissent fatalement au ralentissement de la marche.

D'ailleurs, l'absence de secousse et, par suite, de commotion dans la marche avec les Calcanettes peut être constatée objectivement par un moyen bien simple, en plaçant sous le bras du marcheur une boîte de métal contenant des billes ou de la menue ferraille. Dans ce cas, presque aucun bruit n'est perçu, tandis que dans la marche sans Calcanettes, chaque choc du talon se manifeste par une secousse de la boîte et par un bruit caractéristique dû au déplacement ou au ressaut des objets qu'elle contient.

Ainsi donc, avec les Calcanettes, on peut pratiquer non seulement la marche normale, sans aucune crainte de commotion, mais la marche nettement accélérée aussi bien en montée qu'en descente, et dans ce dernier cas principalement, en posant franchement le pied sur le talon, d'où une allure assurée et une progression rapide et facile qui permettent de bénéficier des avantages de la marche classique dégagée de tout choc et de toute intervention psychique spéciale, aussi bien d'ailleurs que de toute contraction musculaire supplémentaire, comme c'est le cas dans la marche en flexion. C'est là, on peut en convenir, une économie importante de force nerveuse obtenue avec les Calcanettes, par un méca-

nisme d'ordre purement physiologique, et cela en dehors des autres avantages qui restent à énumérer et qui sont à l'actif de cet appareil.

C'est le cas maintenant d'étudier ou plutôt de constater les effets de la détente du ressort, qui se produit aussitôt qu'il est arivé à la fin de sa course en tension. Ces effets sont très simples et équivalent à ceux d'un levier appliqué sous la roue d'un véhicule pour le faire démarrer. De plus, la force appliquée pour produire ce démarrage est exactement celle qui a été produite passivement par le poids du corps pour bander le ressort, de sorte qu'elle se trouve être entièrement récupérée pour devenir active et projeter le corps en avant en propulsant le talon.

Dans ces conditions, la masse du corps peut être considérée comme un volant en marche, dont la vitesse acquise est entretenue par la propulsion des ressorts qui sont sous les pieds. On conçoit que si l'on adoptait trop exclusivement cette théorie, on arriverait à constituer, sinon le mouvement perpétuel, au moins la marche sans fatigue; mais on ne tiendrait pas compte alors d'une foule d'autres conditions nécessitées par l'entretien de la marche, qui accaparent une assez grande quantité de forces.

La propulsion qui s'exerce de bas en haut et d'arrière en avant, agit en même temps sur la charnière perfectionnée qu'est le genou, pour mettre immédiatement en demi-flexion la jambe qui va osciller à son tour. De là un autre bénéfice d'une certaine quantité d'énergie, et cela par un artifice purement mécanique, qui exerce surtout son action dans la marche en montée, car c'est dans ce cas que le penché du corps en avant arrive le plus difficilement à soulever le talon de terre; tandis

que dans la marche en descente, ce soulèvement du talon se fait naturellement. Il en résulte que, si la marche en descente avec les Calcanettes bénéficie surtout de l'atténuation du choc du talon, la marche en montée au contraire, dans laquelle le choc est bien moindre, bénéficie beaucoup plus de la réaction du ressort. Ces constatations permettent d'en faire une troisième, c'est que la marche en palier participe également de ces deux bénéfices.

Enfin, il y a lieu d'analyser la *mise en train permanente* mentionnée plus haut, qui résulte du démarrage produit alternativement sous chaque talon dans la marche avec les Calcanettes. Il est certain qu'en fait, on est réellement incité à marcher plus vite, et d'une façon rythmée, en faisant des pas plus rapides et plus allongés. De plus, on a la sensation très nette que plus la marche est accélérée plus le rendement de l'appareil est appréciable. Il est donc intéressant de chercher à expliquer ces phénomènes, en se basant sur ce fait que l'automatisme du ressort facilite et remplace en grande partie l'automatisme cérébral.

Il est admis, en physiologie, que toute contraction musculaire doit être préalablement *voulue* avant d'être exécutée; cette volition peut être plus ou moins obscure et inconsciente dans la plupart des cas, mais elle existe toujours. C'est dans ce sens qu'un éminent philosophe contemporain, M. Fouillée, un de mes meilleurs maîtres, a longuement et brillamment développé cette idée, que toute action pensée et voulue est à moitié exécutée.

C'est par l'intermédiaire du neurone moteur situé dans les centres corticaux, que la volonté fait contracter le muscle; mais entre l'ordre et l'exécution, il s'écoule

un certain temps, calculé par Helmholtz, à 35 mètres par seconde. D'ailleurs, ce temps est très variable, selon les individus et les dispositions passagères, telles que la fatigue, les préoccupations, etc., et on sait, en outre, que même quand le muscle connaît l'ordre, il ne se contracte pas immédiatement : Ce nouveau retard est connu en physiologie sous le nom de *temps perdu*. Si l'on applique ces données aux muscles dont la contraction donne lieu à la marche, on a l'explication de la marche rythmée et plus rapide avec les Calcanettes.

On sait, en effet, que le temps employé par le membre appuyé pour se détacher du sol, pendant qu'il s'étend à l'aide de ses articulations, en transportant le poids du corps en avant, varie d'une façon notable et relativement considérable, en influant ainsi directement sur la vitesse de la marche. Tandis que le temps employé par le membre oscillant, d'arrière en avant pour aller prendre appui à son tour, est presque invariable, d'où, comme on l'a vu, le nom *d'oscillation pendulaire* donné par les frères Weber à ce temps de la marche. Par conséquent, on peut admettre que la vitesse du pas est seulement fonction du temps pendant lequel le membre est posé.

Or, c'est au cerveau seul qu'incombe le soin de régler la durée de ce temps, aussi bien que la longueur du pas qui, elle, est fonction de la détente plus ou moins complète des articulations. Mais avec le port des Calcanettes, l'automatisme mécanique du ressort facilite et remplace en grande partie l'automatisme subconscient du cerveau. Il s'agit là d'une véritable suggestion motrice, d'ordre mécanique, qui donne au talon l'impulsion initiale du déroulement du pied, lequel se fait, on l'a vu, comme la progression d'une

roue. Le ressort est dans ce cas, le levier qui donne lieu à cette progression, presque à l'insu du cerveau, dont les centres psycho-moteurs sont ainsi directement et nettement avertis d'avoir à exécuter plus promptement et d'ailleurs plus facilement leur tâche d'excitation, de coordination et de contrôle vis-à-vis des groupes musculaires qui ont à intervenir pour produire les mouvements de la marche.

Cette suggestion motrice produite par une sensation également motrice est analogue à la suggestion de même nature résultant d'une sensation auditive comme celle produite par les sons rythmés du tambour ou de la musique, qui favorisent nettement la marche, aussi bien que d'une sensation visuelle donnant lieu à l'entraînement par l'exemple, comme dans les marches collectives. On peut admettre que dans ces cas, la marche devient presque entièrement réflexe, c'est-à-dire automatique, et qu'au lieu de marcher sous la direction du cerveau, on ne marche guère qu'avec l'aide de la mœlle épinière.

Mais la sensation motrice à laquelle donne lieu le jeu de la Calcanette est éminemment plus suggestive et a une action d'autant plus puissante et plus sûre qu'elle résulte d'un mouvement passif, lequel remplace en partie le même mouvement actif de la marche. On sait que les meilleurs appareils de la mécanothérapie sont ceux qui donnent lieu aux mouvements passifs et semi-passifs. Or, les bénéfices obtenus par l'usage des Calcanettes peuvent être rapprochés de ceux auxquels donne lieu cette application thérapeutique toute spéciale des agents physiques. Aussi la Calcanette peut-elle, à beaucoup d'égards, ainsi qu'on le verra dans le chapitre suivant, prendre place dans l'arsenal de la méca-

nothérapie, avec les avantages d'un appareil portatif, qui fait partie intégrante de la chaussure.

La sollicitation constante qui est adressée au cerveau par la Calcanette, laquelle se relève immédiatement après son affaissement, est pour ainsi dire un ordre qui lui est donné et auquel il doit obéir, lequel ordre remplace son initiative plus ou moins en éveil, selon les circonstances, et par suite plus ou moins lente à se manifester. Or, on sait que la décharge de l'initiative et de la responsabilité apporte toujours et dans tous les cas une grande quiétude à quiconque en bénéficie, et les forces économisées de ce chef peuvent être employées ailleurs ou d'une autre façon. Dans l'espèce, cette décharge est un grand soulagement pour le cerveau qui peut porter ailleurs son activité d'innervation et de trophicité, mais qui, en principe, doit employer cette énergie disponible à perfectionner la marche, dont il conserve forcément la direction suprême.

Ainsi donc . Suppression de la commotion douloureuse produite par le choc du talon, impulsion réactionnelle résultant de la détente du ressort qui donne lieu à un mouvement passif remplaçant un mouvement actif, et enfin automatisme du ressort suppléant l'automatisme cérébral pour régler et précipiter le rythme du pas; telles sont les trois causes essentielles d'économie dynamique qui sont le fait du port des Calcanettes pendant la marche.

Il serait évidemment bien intéressant de pouvoir supputer en chiffres l'énergie organique mise ainsi en réserve ; mais, à part le travail de l'impulsion élastique du ressort qui pourrait être calculée en kilogrammètres avec une approximation relative, il ne faut pas songer, dans l'état actuel de la science, à faire cette estimation

pour les deux autres sources d'économie de forces, qui doivent varier non seulement selon les individus, mais aussi selon les dispositions particulières d'un même sujet, les différents modes de marche adoptés, aussi bien en montée qu'en descente, etc.

Ce n'est donc, ainsi qu'on l'a déjà vu pour l'appréciation de la fatigue, ni avec le dynamomètre, ni avec l'ergographe, pas plus qu'avec les divers appareils enregistreurs et l'analyse chimique des divers liquides ou tissus organiques que l'on peut arriver à un résultat offrant quelque intérêt, et force est de se contenter de la vieille méthode d'observation qui semble devoir être, pendant longtemps encore, la meilleure et même la seule de mise, pour apprécier la généralité des manifestations vitales.

Aussi, les médecins cliniciens sont-ils toujours en avance sur les physiologistes de laboratoire, quand il s'agit de supputer des accroissements ou des pertes d'énergie, qu'ils observent et constatent instinctivement, par intuition, au moyen d'un ensemble de signes ou de symptômes, pour en tenir compte dans les médications qu'ils prescrivent, mais que les physiologistes sont tentés de nier, ou dont ils affectent de se désintéresser, parce qu'ils ne peuvent les mesurer avec aucun de leurs procédés expérimentaux, lesquels, si utiles et si intéressants qu'ils soient, sont insuffisants pour permettre d'interpréter et de juger nombre de phénomènes biologiques parmi les plus importants.

C'est donc au point de vue médical que je me tiendrai principalement pour apprécier les avantages positifs réalisés dans la marche avec les Calcanettes.

On vient de voir que l'usage de cet appareil stimule le cerveau et incite à prendre la marche accélérée et rythmée, ce qui peut s'expliquer par le simple jeu

mécanique des Calcanettes; mais, en dehors de cette stimulation, on constate peu de temps après le début de la marche une sensation nette d'euphorie et d'alacrité (*alacritas* des latins, qui entendaient par ce mot la joie du corps, le bonheur de vivre), qui s'accroît progressivement et semble résulter d'une surabondance de forces, lesquelles se manifestent en même temps que la vitesse de la progression s'accroît.

On pourrait comparer cette euphorie spéciale à celle produite par le café, la kola, le thé, le maté et en général par toutes les substances qualifiées de dynamophores, lesquelles n'apportent pas de nouvelles forces, comme leur nom l'indique faussement, mais les dégagent des centres nerveux, comparés à des accumulateurs, dans lesquels elles sont en réserve, mais cette comparaison ne serait pas juste.

Or c'est le cas de parler d'une autre euphorie que l'on a étudiée dans ces derniers temps, à la suite des nombreux accidents survenus aux bicyclistes et aux automobilistes, accidents qui ont provoqué chez certains médecins aliénistes l'idée d'analyser l'état psychologique des coureurs et des chauffeurs amateurs de vitesse. On a assimilé cet état, quand il devient exagéré, à une ivresse que le docteur Bérillon a dénommée « *euphorie de vitesse* » (1) et le savant aliéniste compare cette euphorie à celle produite par la morphine. La comparaison est heureuse et peut être admise dans une certaine mesure; mais cependant, on pourrait citer d'autres poisons, comme le tabac et l'alcool, par exemple, qui produisent un état psychique analogue.

---

(1) Société d'hyphologie et de psychologie, séance du 24 mars 1903, in *Bulletin médical,* 1er avril 1903.

Pour le docteur Bérillon « ceux qui se laissent emporter à faire de la vitesse, pour elle-même, sans aucun but d'utilité, sont le plus souvent des dégénérés, dépourvus de tout pouvoir modérateur; ils n'ont plus aucun empire sur eux-mêmes et entrent en fureur contre tous les obstacles mêmes minimes. » Ce jugement, qui peut être juste dans certains cas, assez rares d'ailleurs, est bien sévère et ne semble vraiment pas devoir être généralisé. La vérité est que la vitesse, de quelque façon qu'elle se manifeste, que l'on soit à pied, à cheval, en voiture ou en bateau, ou même qu'on la considère en simple spectateur, a toujours eu et aura toujours un grand attrait pour l'homme, vraisemblablement parce qu'elle représente l'expression la plus vivante de la force, et que la force sera toujours considérée et admirée!

Cette griserie est en somme comparable à celle qui se manifeste chez un orateur, quand surexcité par les idées qui se présentent en trop grand nombre à son esprit, il se laisse emporter par ce qu'on appelle la fougue oratoire, sorte d'ivresse sous l'influence de laquelle il ne jouit plus absolument de la plénitude de sa liberté morale, de telle sorte que sa parole peut parfois dépasser sa pensée.

Quoi qu'il en soit, l'euphorie résultant de la marche légère, rapide et souple, à laquelle donne lieu le port des Calcanettes, a un caractère spécial, qui n'a rien d'aussi accentué, et qui indique que les forces agissantes mises ainsi en évidence, ne sont pas dégagées artificiellement par un mécanisme qui les puise dans les réserves profondes de l'organisme, comme il arrive à la suite de l'absorption des substances qui viennent d'être énumérées, de telle sorte que le réconfort obtenu est

éphémère et fait place ensuite à une dépression plus ou moins accusée, mais se trouvent être libres et vraiment disponibles, pour constituer en quelque sorte de l'énergie de luxe, représentant une plus-value dans le budget organique.

Or, on sait que les plus-values ou disponibilités dans un budget particulier, comme dans un budget d'Etat, lui donnent de l'*élasticité*, selon le terme très juste adopté par les financiers, élasticité qui permet de faire des économies ou d'amortir des dettes, ce qui est tout un, ou bien d'employer ces disponibilités à des réserves ou à des œuvres utiles.

Dans l'espèce, c'est l'énergie disponible, résultant du travail des Calcanettes pendant la marche chez un homme bien portant, qui donne lieu à l'euphorie ou griserie de bon aloi, laquelle ne dépasse pas les limites physiologiques, et qui se transforme naturellement en vitesse. C'est ainsi que l'on arrive à précipiter le pas, sans s'en douter pour ainsi dire, et pour le simple plaisir de marcher vite, absolument comme l'orateur se laisse emporter par le même genre de griserie.

C'est dans ces conditions que si on n'est pas assez maître de soi, on peut évidemment se laisser entraîner à des excès de vitesse, lesquels ne doivent d'ailleurs jamais être bien nuisibles, à moins qu'il ne s'agisse d'une course dans laquelle l'émulation est mise en jeu, ou d'un record à établir, auquel cas on pourrait constater des accidents semblables à ceux qui se produisent dans les différentes courses pédestres ou cyclistes. D'autre part, chez un porteur de Calcanettes malade, c'est-à-dire dont le budget organique présente des moins-values, l'euphorie ne se manifeste naturellement pas, mais se transforme en un certain soulage-

ment et en un meilleur état de santé, ainsi qu'on va le voir plus loin.

L'euphorie de vitesse qui vient d'être décrite, comme résultant du port des Calcanettes, est en somme un signe purement subjectif, qui n'est constaté que par les individus qui font usage de cet appareil ; mais en même temps se montre un signe objectif que tout le monde peut observer et qui consiste dans la modification de l'allure.

On sait que ce que l'on entend par la démarche ou par l'*allure,* pour employer une expression empruntée à l'hippologie, est un ensemble de mouvements observés chez l'homme en marche qui présente d'un individu à l'autre des différences assez nettes et sensibles, mais dont les nuances sont assez difficiles à analyser et à décrire, bien qu'elles soient souvent caractéristiques, à tel point que cette difficulté de description n'est pas diminuée par les procédés de la chronophotographie, surtout quand il s'agit de différencier deux allures chez un même individu.

On peut admettre, qu'en principe, les différents genres de démarche tiennent principalement à la marche, c'est-à-dire à la façon dont travaillent les jambes ; car les mouvements du tronc et des membres supérieurs, qui concourent à caractériser la démarche, dépendent aussi en grande partie de la marche à laquelle ils sont liés étroitement. Ce serait là une question intéressante à étudier, mais qui comporte trop de développements pour pouvoir trouver place ici.

Il paraît suffisant de savoir à cet égard que j'ai fait chronophotographier le même individu marchant normalement en extension avec et sans Calcanettes, espérant pouvoir ainsi fixer les différences d'allure observées

dans l'un et l'autre cas. Or, en juxtaposant les épreuves des différentes poses pour constituer des images chronophotographiques semblables à celles qui sont représentées dans le chapitre II, on ne peut observer aucune différence sensible dans l'allure qui se traduise en une modification des trajectoires des différents centres articulaires. Il serait nécessaire, pour représenter cette différence, bien nette cependant à la vue du sujet marchant, d'avoir recours à la cinématographie.

Malgré tout, il est important de spécifier que la seule nuance différente qu'on peut observer en comparant les deux images chronophotographiques, consiste dans une production plus prompte de l'oscillation verticale, dans la marche avec les Calcanettes, ce qui explique la plus grande longueur et en même temps la plus grande vitesse du pas observé dans ce cas. Ce résultat semble corroborer l'opinion énoncée plus haut que l'oscillation verticale est la condition nécessaire de la marche normale, qu'elle facilite au plus haut degré.

En somme, le fait à retenir, c'est que l'action des Calcanettes modifie presque toujours l'allure, et dans certains cas, la transforme complètement. La marche paraît plus aisée, plus souple, plus légère, par la raison que le pied se lève plus facilement sous le poids du corps et que l'individu ne craint pas de piquer le talon à chaque pas. Au surplus, l'*allure dégagée,* qui résulte de l'aisance et de l'assurance de la marche, traduit objectivement ce surcroît de forces que l'individu semble vouloir dépenser sans compter, en même temps qu'il est sous l'influence de l'euphorie et de l'alacrité ressenties.

Au début du port des Calcanettes, si on marche comme d'ordinaire, c'est-à-dire en extension plus ou

moins complète, sans prendre un pas quelque peu accéléré, on *steppe* assez nettement. Certaines personnes recherchent ce steppage qui, s'il n'est pas trop accentué, donne une démarche plus dégagée, légèrement sautillante et par suite plus jeune, de telle sorte qu'un homme mûr présente sensiblement l'allure d'un jeune homme, et qu'une femme de quarante ans, vue de dos en marchant, paraît en avoir vingt-cinq. Mais il est préférable d'adopter une marche souple plus ou moins accélérée, ayant certains rapports avec le mode en flexion, ou plutôt en demi-flexion, pour ce qui est du jeu du genou, laquelle s'acquiert facilement et très vite en portant cet appareil, ainsi qu'on va le voir, et qui, en outre, n'exclut pas la légèreté de l'allure, bien que la marche ne soit pas steppante.

Après l'exposé de ces signes subjectifs et objectifs qui sont perçus dans la marche, c'est le cas d'envisager les avantages réels et pratiques que donne cet appareil pour faciliter la progression. Ces avantages résultent naturellement de la diminution de la fatigue et de l'économie des forces qui viennent d'être signalées et constatées. Du moment qu'avec les Calcanettes la marche est plus légère et moins fatigante, il semble évident qu'elle doit pouvoir être pratiquée plus rapidement et pendant plus de temps. C'est ce qui résulte des très nombreuses observations que j'ai pu faire à cet égard et dont l'exposé, d'ailleurs trop long, n'ajouterait rien à l'idée qu'on peut avoir de l'action de cet appareil, sans l'avoir essayé.

Je pourrais citer le cas d'un homme de 50 ans, lequel a d'ailleurs été toujours bon marcheur et qui, après avoir fait 2.500 kilomètres environ pendant une année, en portant les mêmes Calcanettes dont les ressorts, c'est

là une remarque importante à faire en passant, n'ont rien perdu de leur force et de leur souplesse, déclare qu'il peut faire des étapes doubles avec moins de fatigue qu'auparavant. D'autre part, une femme de 30 ans, quelque peu neurasthénique, tout en avouant difficilement qu'elle a pris cet appareil pour hausser sa taille et avoir une allure plus élégante, affirme que la marche lui est agréable, depuis qu'elle en fait usage et qu'elle fait des courses prolongées, sans la moindre fatigue, tandis qu'auparavant, la moindre marche constituait pour elle une torture.

Il paraît simple de conclure, après des exemples semblables, faciles à fournir en grand nombre, que la question est définitivement jugée; mais il convient de ne pas trop se hâter, car la difficulté qui se présente, quand on veut supputer les avantages résultant du port des Calcanettes et qui peut porter à les exagérer, c'est la confusion facile à faire entre les effets réels obtenus et ceux de l'entraînement. Cette difficulté a déjà été signalée et analysée à propos des observations faites et présentées par les partisans de la marche en flexion. Il y a là un écueil que l'on ne doit pas perdre de vue, si on veut l'éviter, en n'exagérant rien et en faisant la part de ces deux facteurs de facilitation de la marche, afin de pouvoir spécifier les avantages particuliers produits par chacun d'eux.

Mais on comprend que la dissociation de ces deux causes pour obtenir leur part d'action respective soit assez délicate, et le moyen qui se présente immédiatement à l'esprit est de faire l'expérience sur un homme entraîné, en munissant de Calcanettes un facteur rural par exemple, qui a l'habitude de faire chaque jour ses 30 kilomètres, ou bien un soldat d'infanterie qui, vis-à-

vis de la marche est toujours en forme. Dans ces conditions, les résultats obtenus concordent tous à établir ou bien que la fatigue ressentie est nettement moindre, ou bien que la vitesse de la marche est plus grande, ou bien encore que les deux avantages sont réunis dans une proportion plus ou moins variable.

Enfin, j'ai pu faire expérimenter les Calcanettes par plusieurs officiers de l'armée, naturellement très experts en matière de marche, lesquels ont été unanimes à constater l'action de l'appareil sur la vitesse et sur le fond. J'ai en particulier été très heureux d'avoir l'avis du commandant de X..., dont j'ai parlé à propos des essais qu'il a dirigés pour former et entraîner des compagnies d'infanterie à la marche en flexion, et qui m'a semblé être aussi qualifié que possible pour donner un jugement sûr et d'un poids considérable.

Cet officier, qui faisait une cure à Saint-Honoré-les-Bains dans le courant de la saison dernière, a bien voulu faire, muni de Calcanettes, la course de la Vieille-Montagne, qui est une des promenades les plus fréquentées de la station, et qui comporte une distance à franchir de 16 kilomètres, aller et retour, avec une altitude de 300 mètres à atteindre pendant les quatre derniers kilomètres en allant et à descendre pendant les quatre premiers en revenant. Comme on le voit, cette expérience était faite dans les meilleures conditions pour éprouver l'appareil et pour permettre de se rendre compte de son action selon les variations de pentes offertes par la route, en montée comme en descente. Or le Commandant a manifesté sa complète satisfaction du rendement de l'appareil, auquel il attribue en particulier l'avantage de permettre la pratique immédiate de la marche en flexion, sans la fatigue qui l'accompagne au début.

Cette opinion très intéressante, mais vraisemblablement trop favorable sur le dernier point, qu'on peut expliquer par ce fait que l'expérimentateur n'avait vraisemblablement pas perdu complètement l'habitude de la marche en flexion, concorde cependant avec les résultats obtenus par d'autres observateurs, et cadre suffisamment avec les conditions de cette marche spéciale.

En outre, les nombreux expérimentateurs de l'appareil que j'ai pu interroger, tout en exprimant des avis plus ou moins nuancés relativement aux sensations qu'ils éprouvent, sont unanimes pour déclarer que l'action des Calcanettes est d'autant plus sensible et flagrante que la marche est plus accélérée. L'explication de ce fait à déjà été donnée par cette observation que la contraction musculaire doit suivre le plus possible la réaction subite du ressort, qui la précède toujours, pour que le sujet en bénéficie pleinement. D'ailleurs, avec la marche lente ou peu accélérée, dans laquelle les mouvements sont en grande partie passifs, ces mouvements ont un faible besoin d'être aidés et par suite la réaction du ressort a moins d'utilité.

Alors, il se comprend bien que la marche en flexion doive être particulièrement facilitée, puisque ce mode de progression est caractérisé avant tout par une rapidité plus grande, laquelle rapidité est surtout produite par le penché en avant. Mais on sait que cette condition première et essentielle de la marche en flexion donne lieu à une dépense d'énergie considérable, en raison de la grande masse des muscles spinaux postérieurs et fessiers qui sont employés dans ce cas, en état de contraction permanente, aussi bien que de la contraction exagérée des muscles fléchisseurs de la

cuisse et de la jambe, qui nécessite à sa suite la contraction non moins exagérée des muscles extenseurs.

On sait, en outre, que ces différentes conditions exigées par la mise en œuvre de la marche en flexion donnent lieu à une fatigue profonde et que l'entraînement demande, pour être obtenu, un temps plus ou moins long, même avec des sujets sélectionnés avec soin.

Avec les Calcanettes, au contraire, pas n'est besoin pour le marcheur de se soumettre à l'entraînement spécial, qui consiste principalement à pencher le corps en avant, puisque la vitesse du pas est obtenue par la réaction des ressorts, réaction que l'on n'a qu'à suivre, et que la longueur du pas, qui est favorisée par la même réaction, laquelle donne lieu à un élan plus prononcé de la jambe oscillante, est obtenue par un effort moindre qu'à l'état normal, et cela d'autant plus facilement, que d'une part l'oscillation verticale, tout en se produisant plus vite, est augmentée, et que d'autre part l'énergie disponible est plus considérable et ne demande qu'à être employée à cet effet.

D'ailleurs, le fait de poser le pied sur le talon et non à plat, ce qui n'a aucun inconvénient et même que des avantages avec les Calcanettes, donne déjà un bénéfice appréciable dans la longueur du pas, et le léger effort demandé dans ce cas, pour l'allonger au maximum, n'est nécessaire que pour obtenir la marche ultra-rapide qui confine à l'allure de la course et est même plus fatigante que cette dernière, dans certains cas.

Ainsi donc, la marche avec les Calcanettes offre tous les avantages de la marche en flexion, sans présenter aucun de ses inconvénients et de ses dangers, qui sont ceux d'un surmenage et d'un épuisement rapides, lesquels sont toujours à redouter, même chez les sujets les

mieux doués, les plus entraînés et qui peuvent avoir, vis-à-vis de la marche normale, des aptitudes athlétiques.

En ce qui concerne la course avec les Calcanettes, et il ne peut s'agir ici que de la course de fond, elle est encore plus favorisée que la marche ultra-rapide, mais à la condition expresse que la chute du pied ait lieu sur le talon. On sait que cette recommandation va à l'encontre des règles établies dans presque toutes les sociétés de sports pédestres, où il est admis que les meilleurs coureurs de vitesse, de demi-vitesse et même de fond, sont ceux qui posent toujours le pied sur les orteils et jamais sur le talon.

Le fait semble être indéniable et s'explique par cette raison que, dans ce cas, le déroulement du pied, qui se fait du talon aux orteils n'ayant pas lieu, cela constitue une notable économie de temps. Mais il est certain, d'autre part, que peu de sujets peuvent supporter ce posé pendant un certain temps, et il s'agit même de savoir si les coureurs de grand fond, c'est-à-dire ceux qui ont à fournir de très longs parcours, peuvent réellement accomplir ce prodige. Le fait paraît être pour le moins très douteux.

Il serait d'ailleurs intéressant de voir si un coureur de fond, avec Calcanettes, ne l'emporterait pas de beaucoup sur un concurrent de même force qui n'en porterait pas. L'épreuve, qui n'a pas encore été faite, à ma connaissance, ne tardera vraisemblablement pas à être tentée, et il paraîtrait étonnant que le vainqueur ne fut pas le porteur de l'appareil.

Il est utile de remarquer, en passant, qu'il est bon de choisir, pour la course, des ressorts dont la résistance soit nettement plus forte que celle indiquée par le poids

du sujet, en raison de la soudaineté et de la rapidité de la chute du corps. Cette condition remplie, on est vraiment surpris de pouvoir courir assez longtemps sans être essoufflé et de n'avoir pas à redouter les chocs du talon, qui sont encore plus à redouter dans la course que dans la marche, puisqu'ils sont plus violents et aussi plus nombreux dans l'unité de temps.

Ainsi se trouve encore vérifié ce fait, aussi bien avec le moteur humain qu'avec les différents engins de transports, que les qualités de suspension d'un véhicule ne peuvent être appréciées que quand la vitesse de ce véhicule augmente. Par suite, plus le train d'un véhicule doit être rapide, plus son système de suspension demande à être perfectionné. C'est là une loi admise et confirmée par tous les observateurs.

Aussi, jamais on aurait pu obtenir les vitesses énormes dont on bénéficie aujourd'hui avec la bicyclette et l'automobile, si on n'avait pas perfectionné les roues de ces machines avec les divers bandages élastiques et surtout avec les pneumatiques, qui donnent lieu à tous les avantages du rail des chemins de fer, en supprimant les obstacles et, par là même, les chocs qui diminuent la vitesse et contribuent grandement à la détérioration prompte des différents organes de ces véhicules.

De même le moteur humain se détériore d'autant plus vite qu'il fournit un rendement plus considérable, si les chocs qu'il subit dans la marche ne sont pas supprimés ou amoindris. Mais si ces chocs sont annihilés par les ressorts des Calcanettes, il faut tenir compte d'un autre fait considérable qui différencie le moteur mécanique du moteur humain, c'est que plus la vitesse de ce dernier est grande, moins sa fatigue rela-

tive est considérable, parce qu'il récupère plus avec un train rapide qu'avec un train modéré, en raison du démarrage plus complet et plus perfectionné produit par la réaction des ressorts, lesquels ne font pas partie intégrante de son mécanisme et peuvent être considérés comme des accumulateurs spéciaux qui rendent, immédiatement et sans perte, l'énergie qui vient de leur être donnée et qui, sans cet artifice, serait entièrement perdue.

Mais, on l'a déjà vu, ce bénéfice considérable obtenu par le moteur humain, si appréciable qu'il soit, est encore loin de constituer le mouvement perpétuel et ne doit pas disposer à exagérer les avantages de la marche avec les Calcanettes, en portant à croire que la fatigue ne peut pour ainsi dire plus être ressentie par suite de l'usage de cet appareil.

D'abord, il faut admettre que tout exercice, quelque modéré qu'il soit, amène avec lui la fatigue, et ensuite que dans la marche, il n'y a pas que les membres inférieurs qui travaillent. En dehors de l'équilibre général du corps qui est maintenu par un grand nombre de muscles du cou, du tronc et des membres supérieurs, la circulation et la respiration qui sont accélérées accaparent également des forces en quantité très appréciable. Sans doute, les organes remplissant ces fonctions fatiguent moins que quand la marche n'est pas aidée, mais ils n'en dépensent pas moins une forte dose d'énergie, pour la récupération de laquelle le repos devient nécessaire, afin de permettre à la nutrition d'éliminer les déchets organiques et de reconstituer les cellules usées.

L'important est de constater est d'admettre que la marche avec les Calcanettes donne lieu à une notable

économie de forces pour l'homme, qui peut ainsi disposer de cette énergie selon les besoins de sa vie de relation ou selon les exigences de sa vie organique. Dans le premier cas, il peut améliorer notablement sa marche, en fond ou en vitesse et s'entraîner beaucoup plus facilement à cet exercice, qui est rendu ainsi plus passif et par suite moins fatigant. Dans le second cas, il bénéficie de tous les avantages que donne la cessation ou la diminution de la fatigue pour l'amélioration de la santé. C'est là un dernier côté de la question qui reste à examiner.

CHAPITRE VI

Action mécanothérapique des Calcanettes.

Neurasthénie. — Arthritisme. — Tuberculose. — Maladies du cœur. — Diabète. — Obésité. — Maladie de Desprès. — Débilité générale.

L'action des Calcanettes dans le traitement de certaines maladies chroniques par l'exercice demande à être mentionnée et étudiée, et il semble qu'il pourrait y avoir un chapitre important à écrire à cet égard. Malheureusement, la mise au jour de cet appareil est trop récente pour qu'un tel travail puisse être basé sur des observations assez nombreuses et typiques. Aussi, je me contenterai de tracer le canevas et d'esquisser le programme de ce chapitre d'attente, en me basant sur les quelques observations que j'ai pu faire et qui m'ont donné la conviction que la marche avec les Calcanettes constitue un nouveau facteur ou si l'on veut un adjuvant, très modeste sans doute, mais utile à indiquer dans le traitement des maladies chroniques par l'exercice.

Tout d'abord, il est bon de répéter qu'il s'agit là d'une sorte d'appareil mécanothérapique, qui introduit un élément passif notable dans la marche, ce qui permet d'admettre en principe qu'il donne lieu à un exercice profitable à tous les affaiblis, pour lesquels la marche normale serait encore trop fatigante. C'est en

somme le mode de marche qui dépense le minimum de forces, tout en conservant les meilleurs avantages de cet exercice.

Au surplus, ce que l'on recherche dans tout exercice hygiénique, c'est qu'il soit aussi peu violent que possible mais *durable,* en donnant lieu toutefois à ce que l'on a appelé les *effets généraux* de l'exercice, qui se manifestent sur toutes les grandes fonctions organiques, c'est-à-dire sur la respiration, la circulation, les sécrétions, l'innervation et en résumé sur la nutrition. Or, la marche avec les Calcanettes réalise ces conditions, puisque, tout en provoquant des mouvements plus amples et plus rapides dans les jambes, ce qui facilite puissamment la circulation et la respiration, elle peut être exécutée plus longtemps et laisse cependant après elle moins de fatigue, en raison de l'atténuation de l'effort.

On pourra donc ordonner avec succès la marche avec les Calcanettes à tous les affaiblis, les méiopragiques, comme on les appelle, pour exprimer par un mot que le fonctionnement de leurs principaux appareils organiques est diminué. Et parmi ces malades, il faut citer en première ligne les *neurasthéniques,* chez lesquels « la cure d'exercice est l'art de les entraîner, sans les fatiguer, » ainsi que l'a excellemment dit F. Lagrange.

Aussitôt qu'un neurasthénique sortira de son lit après avoir été suffisamment modifié par le massage et les exercices méthodiques de la gymnastique suédoise ou de la mécanothérapie, quand ces pratiques sont possibles, il aura avantage à commencer ses exercices actifs les plus doux par la marche avec les Calcanettes, ce qui lui permettra de faire sans fatigue des pas plus longs et plus rapides. En même temps la suppression

du choc du talon aura une action sédative sur les céphalalgies, dont il souffre si fréquemment ; et, en outre, sa respiration anxieuse et le plus souvent arythmique sera promptement modifiée et reprendra le type normal.

Par dessus tout, cet exercice lui donnera non seulement des forces, mais surtout la *sensation* de ces forces, c'est-à-dire la confiance en soi-même. La suggestion motrice qui lui sera donnée par le relèvement automatique de ses talons sera le meilleur encouragement qui pourra lui être donné pour l'inciter à la marche et pour le faire espérer en sa guérison. De la sorte, il pourra ainsi poursuivre un entraînement progressif, dont les effets certains le convaincront bientôt qu'il est guéri !

Il va de soi que sa cure d'exercice devra être complétée et poursuivie suffisamment pour combattre les causes de son affection qu'on rapporte le plus communément et à juste titre à l'*arthritisme* héréditaire ou acquis, c'est-à-dire au vice de nutrition produit le plus généralement par le manque d'exercice joint à une alimentation trop abondante.

Or, le meilleur exercice auquel il pourra se livrer à la suite de la marche, pour combattre l'arthritisme et en même temps pour dissiper plus complètement ses souffrances, est la course, qui au début devra être particulièrement surveillée et dosée par le médecin chargé de le suivre et de l'encourager pendant ce traitement, lequel offre certainement de grands avantages pour modifier puissamment la nutrition, en favorisant la combustion plus complète des déchets organiques et en facilitant leur élimination par les divers émonctoires et en particulier par la peau.

Un fait remarquable et que l'on ne semble pas avoir

suffisamment envisagé et apprécié jusqu'ici, c'est que la sueur produite par la course arrive plus facilement et beaucoup plus abondamment que celle qui peut survenir à la suite d'efforts musculaires beaucoup plus considérables que ceux produits par cet exercice. Ainsi un gymnaste en exécutant des exercices aux agrès pendant dix minutes consécutives par exemple, ce qui est déjà beaucoup, pourra dépenser ainsi dix fois la somme de forces nécessaires pour exécuter une course de fond à allure très modérée, pendant une demi-heure et même plus. Et cependant, il éliminera beaucoup moins de sueur pendant ces exercices gymnastiques que pendant la course !

Il est intéressant de chercher à expliquer ce fait qui paraît être dû à deux causes principales : 1° à la durée plus grande de la course, qui donne le temps et permet à la sécrétion et à l'élimination de la sueur de se faire plus complètement ; 2° à la passivité importante des mouvements de la course, laquelle passivité n'exclut pas l'ampleur et la vitesse des déplacements communiqués aux membres. Or, l'ampleur des mouvements même passifs favorise grandement la circulation veineuse d'abord et secondairement les circulations capillaire et artérielle, principalement celles de la périphérie cutanée.

Il est utile d'ajouter que la sueur provoquée par la chaleur, au moyen des bains d'étuve sèche, par exemple, ou bien par un médicament sudorifique comme la pilocarpine, n'est pas de même composition que la sueur provoquée par l'exercice. La première est surtout aqueuse et la dernière contient beaucoup plus de déchets minéraux et organiques et vraisemblablement des toxines, ainsi que semblent l'indiquer les expé-

riences de M. Arloing de Lyon, qui montrent que la sueur d'un danseur, recueillie après une longue séance de danse et injectée à un animal, est beaucoup plus toxique que la sueur du même sujet provoquée par un bain d'air chaud et sec.

C'est le cas de constater que le commandant de Raoul, au cours de ses essais de marches et de courses en flexion, avait particulièrement observé l'abondance et la facilité des sueurs qui se produisaient chez lui comme chez ses hommes, et il en avait déduit que cette sorte de dépuration devait avoir une heureuse influence sur la santé. Il va sans dire que le mode en flexion n'a rien de spécial pour amener ce résultat.

Mais on ne peut nier que la sudation provoquée par la marche accélérée ou la course ne puisse constituer une médication importante et vraiment spéciale dans les traitements de plusieurs manifestations de l'arthritisme, par exemple. On est même obligé d'admettre que cette application nouvelle de la physiothérapie ne semble pouvoir être remplacée par aucune autre méthode de sudation et qu'en outre elle peut prendre un rang à part à côté de l'électrothérapie, de l'hydrothérapie et du massage, à la condition de répondre à des indications plus rares sans doute, mais plus précises.

Pour en revenir à la neurasthénie ou plutôt aux neurasthéniques, le docteur Burlureaux m'a cité des observations fort intéressantes de malades tourmentés par des phobies et des obsessions variées, avec de l'anxiété plus ou moins prononcée, et des symptômes de psychoses diverses, qui ont été merveilleusement influencés ou guéris par la pratique de courses méthodiquement dirigées, c'est-à-dire en observant un entraînement sagement et minutieusement gradué comme

durée et comme vitesse. En outre, le docteur F. Regnault, qui dirige cette cure de dromothérapie à Auteuil, m'a présenté des malades dans le même cas, que j'ai vu courir avec beaucoup d'intérêt.

Il est certain, d'autre part, que ce traitement n'est applicable en principe qu'aux neurasthéniques dits hypertensifs, en adoptant la classification de Moutier, mais cette qualification est souvent impropre, puisque beaucoup de ces malades peuvent avoir une grande quantité de forces en réserve, sans avoir de l'hypertension artérielle. Aussi, au lieu de les classer dans les neurasthéniques, ferait-on mieux, semble-t-il, de les appeler des neurhypersthéniques.

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'usage des Calcanettes, qui favorise nettement la marche et la course chez tous, offre un avantage spécial aux malades justiciables de la dromothérapie, en leur facilitant beaucoup la pratique de ce traitement. Et je suis heureux que la mise au jour de cet appareil m'ait ainsi donné l'occasion de signaler les avantages très spéciaux de ce nouveau traitement par l'exercice, auquel le docteur Burlureaux a donné le nom de *dromothérapie*.

Une autre catégorie de faibles ou de méiopragiques, auxquels les Calcanettes pourront être utiles sont les *tuberculeux* qui, à la suite de leur cure de repos dans le lit ou sur la chaise longue, devront faire leurs premiers pas avec cet appareil, lequel, en dehors des avantages déjà signalés, donnera lieu, avec le minimum de fatigue, à l'exercice respiratoire qui leur fait vraiment trop défaut pendant l'immobilisation qui leur est infligée pour apaiser la fièvre.

Sans doute, on leur recommande de faire de temps à autre de grandes inspirations, lesquelles ne peuvent

donner que de bons résultats ; mais ils oublient d'exécuter cette tâche particulièrement accaparante, ennuyeuse et d'ailleurs assez fatigante, et on arrive à constater que la marche, ou même un léger temps de course, constitue le meilleur exercice qu'on puisse recommander, aussitôt qu'il est possible, c'est-à-dire dès que la fièvre a disparu, pour augmenter l'ampliation thoracique, toujours diminuée chez ces malades et mettre en train un meilleur rythme respiratoire, lequel dans la circonstance est presque toujours dévié. Par là même, les congestions passives disparaissent, l'expectoration est facilitée et le champ de l'hématose est agrandi, tous bénéfices qui accélèrent le remontement général, lequel est un acheminement vers la guérison.

Cependant, il est nécessaire que l'allure soit suffisamment rapide, pour que cette action sur la respiration se manifeste, car on sait que la marche lente sur un terrain plat ne modifie pas suffisamment le rythme et l'ampleur de la respiration, ce qui montre bien, pour le redire en passant, que la marche est un exercice en grande partie passif. Or, cette rapidité est obtenue naturellement et sans fatigue par l'emploi des Calcanettes, sans lesquelles l'essoufflement serait produit plus vite, ce qui doit toujours être évité.

D'autre part, on ne saurait trop répéter que l'allure rapide, toujours à la condition qu'elle ne soit pas fatigante, modifie encore plus puissamment la circulation et cela à un tel point qu'aucune médication parmi les plus actives à cet égard ne peut être comparée à l'action de la marche et de la course pour faire circuler le sang mieux et plus vite dans tous les organes et dans tous les tissus. D'où une modification puissante de la

nutrition qu'on ne pourrait obtenir avec les toniques médicamenteux les plus réputés.

Il est d'ailleurs remarquable que les malades atteints de ce que l'on appelle la dyspnée d'effort, tels que les *emphysémateux*, les *asthmatiques*, les *catarrheux*, les *cardiaques*, les *diabétiques*, les *obèses*, s'essoufflent moins en faisant usage de cet appareil, ainsi que j'en ai fait fréquemment la remarque pendant le cours de la dernière saison thermale à Saint-Honoré-les-Bains, ce qui leur permet de prendre une allure plus rapide et de monter plus facilement les pentes, mais pas les escaliers, puisque le talon, dans ce cas, ne porte pas sur les marches, et que le travail musculaire nécessité dans la circonstance consiste surtout dans la détente des jarrets.

Je laisserai ici de côté les emphysémateux, les asthmatiques et les catarrheux, à propos desquels je répéterais ce que je viens de dire pour les tuberculeux, en ce qui concerne la disparition des congestions passives, la facilitation de l'expectoration et l'agrandissement du champ de l'hématose, pour arriver aux cardiaques.

On sait que ce qui doit être évité avant tout, chez les malades atteints d'une affection du cœur, c'est *l'effort* qui pour eux est toujours une fatigue. Et cependant l'exercice est de plus en plus reconnu comme très utile dans le traitement des maladies du cœur, parce que le mouvement favorise la circulation périphérique et par suite diminue le travail de cet organe.

Non seulement le mouvement passif est utile pour produire la déplétion des veines, ainsi qu'on l'a déjà vu, ce qui diminue la pression artérielle et par là même soulage le cœur, mais le mouvement actif produit par

la contraction musculaire est reconnu également efficace pour produire ce soulagement, parce que les muscles en se contractant attirent nettement le sang artériel, comme par le jeu d'une pompe, laquelle supplée la poussée du cœur.

De là, la raison de la vogue du système d'Œrtel pour le traitement des maladies du cœur par la *cure de terrains*.

On a dit à tort que ce système de traitement avait pour but de fortifier le cœur en augmentant progressivement son travail, ce qui semble être une erreur. Il s'agit au contraire de diminuer ce travail en favorisant la circulation cardio-pulmonaire avec les grandes inspirations produites par la marche en montée, aussi bien qu'en favorisant la grande circulation par le travail des muscles.

Mais il est évident que ce système n'est pas applicable à tous les malades, pour certains desquels les procédés plus doux de la mécanothérapie par les mouvements strictement passifs sont préférables et ne sont pour ainsi dire jamais contre-indiqués, et que, dans tous les cas, la marche doit être scrupuleusement dosée et graduée comme un médicament très actif pour donner les résultats qu'on est en droit d'en attendre. Dans ces conditions, l'usage des Calcanettes qui diminue grandement l'effort déterminé par la progression en montée sera très appréciable et pourra rendre plus rares les contre-indications de la cure de terrains, dont l'emploi deviendrait plus facile, en raison de la douceur de l'entraînement à la marche avec cet appareil.

On peut même se demander si, en raison de la facilité de cet entraînement, on ne devrait pas souvent remplacer la marche en montée par la marche en

palier, afin de pouvoir accélérer l'allure, ce qui, dans certains cas à déterminer, devrait produire des bénéfices plus considérables, en raison des effets généraux auxquels la marche accélérée donne lieu avec effort musculaire moindre que celui demandé par la marche en montée. C'est évidemment là chose à voir, qui peut devenir intéressante, car il faut bien avouer que les bienfaits de la mécanothérapie dans les affections cardiaques, aussi bien que dans d'autres affections, constituent une ressource à peu près théorique, puisque ce mode de traitement compliqué comporte tout un arsenal d'appareils encombrants et dispendieux que très peu même de grandes villes possèdent et qui n'est d'ailleurs pas à la portée de tous.

Il est certain que l'étude du traitement des maladies du cœur par l'exercice, et tout particulièrement par la marche méthodique, demande à être reprise, car aucune médication interne ne peut produire des modifications aussi profondes et aussi durables dans l'innervation de cet organe, ainsi que dans la circulation cardio-pulmonaire et la circulation générale qui sont sous son étroite dépendance.

Mais il faut reconnaître que pour procéder avec ordre et mesure, dans l'application de ce traitement, le malade doit être soumis à une certaine discipline, que ne comporte guère le caractère français, à moins qu'on ait recours aux avantages que procure à cet égard l'internement du patient dans une maison de santé, où non seulement il est bien dirigé, mais où il apprend à se diriger lui-même, ce qui lui sera très utile quand, par la suite, il aura repris place à son foyer.

Tout ce qui vient d'être dit sur le traitement des cardiaques par la marche est à peu près applicable aux

diabétiques, sauf que chez ces derniers l'entraînement, tout en étant aussi prudemment conduit, devra être progressivement accentué d'une façon plus rapide.

Depuis un certain nombre d'années déjà, le traitement du diabète par l'exercice musculaire bien compris, c'est-à-dire régulier et progressif, a pris le pas sur le régime diététique, dont l'importance avait été certainement exagérée. On est arrivé à voir que la meilleure façon de faire disparaître le sucre des urines, c'est-à-dire du sang, c'est de le brûler préalablement dans les muscles, en le transformant en calories, ou, ce qui est tout un, en travail.

Mais une difficulté se présente aussitôt, c'est qu'il est très délicat d'instituer et de régler ce travail musculaire, en raison de la grande vulnérabilité du diabétique à la fatigue : un malade glycosurique à qui son médecin recommandera d'une façon générale de faire de l'exercice, en lui faisant comprendre que plus il fera de travail musculaire, plus il détruira son sucre et par conséquent moins il en urinera, lui donnera un excellent conseil ; mais cette ordonnance serait insuffisante et même très dangereuse, s'il s'en tenait là. Car le malade croirait le plus souvent bien faire en se livrant à des exercices violents et courts destinés dans sa pensée à remédier plus sûrement à l'inaction presque absolue dans laquelle il se complait d'habitude, puisqu'il se sent toujours las.

Or, en agissant ainsi, le malade s'exposerait au plus dangereux des accidents qui le menacent, c'est-à-dire au coma qui arrive souvent chez le diabétique à la suite d'une grande fatigue physique ou d'un choc moral.

Il est donc tout indiqué de procéder à un entraîne-

ment doux, mesuré et progressif de la plus grande partie du système musculaire, en facilitant cet entraînement par des massages journaliers bien compris. Or l'exercice naturellement indiqué, parce qu'il est le plus simple à pratiquer et qu'il exerce le plus grand nombre de muscles, tout en étant le moins fatigant, c'est la marche quotidienne entrecoupée de poses, et dont la durée sera augmentée en même temps que se produira l'entraînement, c'est-à-dire que diminuera la vulnérabilité à la fatigue.

Cet exercice sera le meilleur pour activer la respiration, laquelle fera absorber au malade l'oxygène nécessaire à la combustion de son sucre, et de fait, ce sucre disparaîtra des urines avec la même progression que la marche augmentera de durée et de vitesse, sans produire de fatigue.

On a dit que l'état permanent de fatigue dans lequel se trouve le diabétique était dû à une plus grande quantité d'acide contenu dans le sang et les muscles, ce qui fait que le sucre s'oxyde mal dans ce milieu acide, et on donne la preuve de cette explication, en invoquant le succès fréquent de la médication alcaline et de la cure de Vichy dans le traitement du diabète. (Lagrange, Gautrelet). L'hyperacidité du sang dans le diabète n'est pas niable dans la majorité des cas, mais pas toujours, et on peut ne voir là qu'un symptôme accessoire; car comment expliquer que le muscle qui, à l'état normal, devient acide en se contractant plus ou moins longtemps, montrerait une réaction contraire dans le diabète.

Ne pourrait-on pas admettre plus simplement que par suite de l'entraînement, c'est-à-dire du développement progressif de l'aptitude du muscle à se contracter,

la force nerveuse y est de plus en plus dirigée et modifie par là-même sa nutrition, qui était anormale. Car, toutes les fois que la nutrition générale est en souffrance, on est en droit d'admettre qu'il s'agit d'une insuffisance du système nerveux et c'est ainsi qu'on peut expliquer la très mauvaise influence d'une grande émotion ou de préoccupations excessives sur l'augmentation du sucre dans les urines d'un diabétique.

Il est d'ailleurs à remarquer que, comme la neurasthénie, le diabète a des relations étroites avec l'arthritisme, ainsi que l'a très bien montré récemment le docteur Labadie-Lagrave dans une leçon de clinique thérapeutique à l'hôpital de la Charité(1) et que tout ce qui a été dit plus haut au sujet de l'action de la marche et de la course sur l'arthritisme dans la neurasthénie est applicable au diabète.

En somme, la marche bien réglée et bien dosée semble être le facteur le plus important dans le traitement de cette maladie. Par suite, on ne saurait trop apporter de soin pour arriver à la faciliter et à la prolonger sans fatigue. C'est ici que l'usage des Calcanettes semble indiqué pour mettre en œuvre cet entraînement, qui au début est assez pénible. Le démarrage rythmé auquel donne lieu cet appareil par le relèvement subit des ressorts, après leur affaissement sous les talons, incitera à la marche le diabétique, qui, à cet égard, comme à beaucoup d'autres, est assez paresseux et lui donnera promptement le goût et l'habitude de marcher plus vite et plus longtemps.

Enfin, à la suite des cardiaques et des diabétiques il est important de parler des *obèses*, car tout obèse qui

---

(1) In *Bulletin médical*, 7 novembre 1903.

marche est un essoufflé, de par le fonctionnement moindre de son cœur et de ses poumons, et aussi en raison de l'insuffisance habituelle de ses muscles par rapport à son poids. De là une double cause pour rendre l'exercice musculaire difficile et même pénible à ces sujets, ce qui nuit tout particulièrement à la mise en pratique du mouvement actif, lequel est cependant le meilleur traitement qu'ils doivent suivre pour remédier à leur fâcheux état.

Au point de vue de la marche, il est utile de remarquer qu'un obèse, en déplaçant la masse de son corps peut avoir à transporter un poids de 30 à 50 kilos plus considérable qu'un homme de même taille, ce qui est une tâche d'autant plus pénible qu'elle est surajoutée à l'insuffisance cardio-pulmonaire, surtout en montée. De plus, le choc du talon, déjà beaucoup plus fatigant pour lui en simple terrain plat, devient particulièrement pénible en descente, où la commotion cérébro-spinale devient véritablement excessive, ce qui oblige le sujet à raccourcir son pas et à modérer la force avec laquelle il doit le poser, ce qui donne lieu à un autre genre de fatigue.

Sans entrer ici dans aucun détail sur le traitement de l'obésité par l'exercice, ce qui a été fait de main de maître par F. Lagrange [1], je tiens à constater le grand avantage que retirent ces malades du port des Calcanettes, dans la pratique de la marche, tant pour amortir le choc du talon que pour le relever. Aussi tous les obèses qui en font usage, s'empressent-ils de constater et de prôner les bénéfices qu'ils en retirent,

(1) *Les Mouvements méthodiques et la Mécanothérapie*, p. 193. (Paris, 1899.)

pour s'entraîner facilement à la marche, laquelle est toujours pour eux un véritable travail, souvent très pénible.

Cet entraînement, pour être progressif, doit être commencé d'abord à plat, puis en descente, et enfin en montée, en veillant constamment à ce que l'essoufflement n'arrive pas; car c'est là toujours le critérium qu'on ne doit pas perdre de vue. Avec de la persévérance, le malade recouvrera bientôt une partie de ses aptitudes fonctionnelles, en ce qui concerne la facilité des mouvements, l'accroissement de la respiration et la régularité de la circulation sanguine.

Ce sera là déjà une conquête énorme et de beaucoup la plus importante, qui pourra être suivie de la diminution du poids et du volume, si le patient veut se soumettre avec méthode à d'autres exercices et pratiques qui lui seront devenus plus faciles à exécuter, tels que les mouvements du tronc, lesquels lui sont très utiles à recouvrer, ne serait-ce que pour activer encore plus la marche, à l'entraînement de laquelle les Calcanettes auront pris une part effective.

Il y aurait évidemment beaucoup d'autres affections chroniques que l'on pourrait citer comme pouvant bénéficier plus ou moins du port des Calcanettes ; mais les exemples typiques qui viennent d'être exposés semblent suffire pour mettre en évidence leur mode d'action dans la généralité des cas. Il paraît cependant utile de porter l'attention sur une affection toute spéciale qu'a signalée le docteur Bardet, en présentant, après l'avoir essayé, l'appareil à la Société de Thérapeutique [1] et dans le traitement de laquelle l'usage

---

(1) Séance du 28 octobre 1903, in *Bulletin général de thérapeutique*, 8 novembre 1903. (Paris, Doin, éditeur.)

des Calcanettes serait très utile, c'est la maladie de Desprès, ou maladie des sergents de ville, qui consiste en une contusion profonde du talon ou de la plante du pied. C'est dans le premier cas, de beaucoup le plus fréquent, que cet appareil serait de mise. Après cette indication, le savant secrétaire général de la Société a également signalé celle des neurasthéniques et des obèses, sur lesquels il n'y a pas à revenir.

Tous les faits qui viennent d'être exposés en ce qui concerne l'action bienfaisante des Calcanettes chez les affaiblis, c'est-à-dire chez les individus dont les aptitudes fonctionnelles des principaux organes sont diminuées, semblent bien montrer que cet appareil, en raison de l'élément passif et sédatif qu'il apporte aux mouvements de la marche, a une action plus sensible et plus flagrante chez les malades que chez les sujets en bonne santé. C'est là, d'ailleurs, le fait de la plupart des médications effectives et de la plupart des modificateurs hygiéniques, qui ont la propriété d'économiser ou d'augmenter les forces. On pourrait à cet égard citer de nombreux exemples qui viennent naturellement à l'esprit.

Or, il est nécessaire d'admettre que ce qui est utile à un malade, dans les conditions qui viennent d'être énoncées, l'est aussi à un homme bien portant. Sans doute, chez ce dernier, les effets ne sont pas aussi évidents et peuvent même être complètement masqués, sauf cependant dans le cas en question, où la sensation résultant du jeu de l'appareil est toujours perçue; mais le bénéfice atteint au point de vue de l'économie des forces est le même.

Et si j'ai tenu à spécifier particulièrement les avantages retirés par les malades de l'usage des Calcanettes,

c'est pour corroborer et bien mettre en évidence tout ce qui a été énoncé de ces mêmes avantages obtenus par les individus jouissant de la plénitude de la santé.

CHAPITRE VII

Usage et mode d'emploi des Calcanettes.

En principe, les Calcanettes peuvent être placées dans toutes les chaussures, et c'est là un des avantages de cet appareil qui est mis ainsi à la disposition de tous, sans demander de modifications dans la confection de la chaussure. Mais il est nécessaire que cette chaussure soit suffisamment lâche, principalement au cou-de-pied et à la cheville pour admettre facilement le pied dans la position qu'il doit occuper.

Cependant, il est utile de spécifier que, l'appareil étant avant tout destiné aux marcheurs, il est préférable, principalement pour les hommes, d'employer les Calcanettes avec les chaussures de marche, dont le type est le brodequin lacé des fantassins, à talon bas et à semelle légèrement débordante, suffisamment épaisse et cloutée, avec bout carré. Si une chaussure de ce genre est faite sur mesure, il est également préférable que l'empeigne du talon ait environ 10 à 15 millimètres de hauteur en plus de la dimension normale et que les tiges soient assez larges, pour que les lacets ne montrent pas une trop grande surface d'écartement.

En outre, il est également de mise, mais non nécessaire, que le talon soit aussi bas que possible, puisqu'avec les Calcanettes, la taille est déjà surélevée d'environ deux centimètres. D'ailleurs, on peut faire que la surface intérieure de la semelle, à l'endroit du

11

talon, soit assez inférieure à celle de la cambrure, ce qui existe souvent à l'état normal et permet de caser plus facilement la Calcanette. Dans ce dernier cas, l'exhaussement précédemment indiqué de l'empeigne ne serait pas nécessaire. Enfin, pour obvier à des talons trop élevés, on peut encore fixer un fort patin sous la semelle, ce qui diminue d'autant la hauteur relative des talons.

Quoiqu'il en soit, les Calcanettes peuvent très bien prendre place dans des bottines à boutons ou à élastiques, à la condition que la partie supérieure de la tige recouvrant le cou-de-pied soit suffisamment large. Nombre de personnes les utilisent ainsi à la ville et même des danseurs et des danseuses ne craignent pas de les placer dans des souliers dénommés « Richelieu » et cela dans le but d'avoir une allure plus légère et plus élégante; mais, pour réaliser cette fantaisie, il faut avoir déjà l'habitude de l'appareil, ce qui est le fait de beaucoup de dames qui portent ordinairement des talonnettes en liège, souvent plus épaisses que les Calcanettes et destinées à rehausser la taille, aussi bien qu'à exagérer la cambrure du pied.

Il est également bon, surtout pour les novices, que la chaussure ait déjà été portée, c'est-à-dire qu'elle soit suffisamment brisée et souple aux pieds, sans quoi ce serait deux adaptations à acquérir à la fois. Une autre recommandation, bonne à faire, c'est que les chaussettes soient assez ajustées, ce qui est d'ailleurs toujours nécessaire chez un marcheur pour éviter les plis, ou soient maintenues par des jarretelles, sans quoi elles auraient tendance à descendre sous le pied.

Il existe deux modèles de Calcanettes; le plus grand pour les hommes et le plus petit pour les femmes, mais

il arrive, comme pour le choix des gants et des chaussures, que le modèle de femme doit être pris par certains hommes et *vice versa,* tout dépendant des dimensions du pied. La condition principale à remplir est que l'appareil s'ajuste le mieux possible dans la chaussure, au niveau du talon.

Quant aux ressorts, leurs dimensions sont uniformes comme diamètre et comme hauteur, de façon qu'ils peuvent être insérés indistinctement dans les deux modèles de valves; mais il diffèrent sensiblement comme résistance, selon l'épaisseur de la lame et le *recuit* qui leur a été donné après une trempe uniforme : Ils doivent par conséquent être choisis selon le poids de la personne, mais ce choix est assez délicat et demande à être fait avec soin.

Jusqu'ici, il est construit quatre résistances différentes de ressorts, indiquées par les lettres gravées sur le crochet :

1°	A	pour les personnes	pesant de	40 à 55	kilos.
2°	B	—	—	55 à 70	—
3°	C	—	—	70 à 85	—
4°	D	—	—	85 à 110	—

Les résistances ont été déterminées empiriquement et approximativement pour correspondre et s'appliquer aux poids les plus communément observés. Ces résistances doivent dépasser de 5 à 15 et même 20 kilos environ le poids du corps, en raison de la chute sur le talon normalement déterminée par la marche.

Dans les cas douteux, quand il s'agit d'un poids approchant la limite de ceux indiqués, il est préférable de choisir une résistance plutôt supérieure, car il est utile que le ressort aille aussi rarement que possible au

bas de sa course, c'est-à-dire qu'il ne soit pas *bloqué,* ce qui ne doit pouvoir arriver que si l'on tombe d'un peu haut sur les talons, à la suite d'un saut, par exemple. Un ressort qui est constamment ou trop fréquemment bloqué ne donne pas d'aussi bons résultats dans la marche, comme dans la course, car il est préférable que le talon reste toujours en suspension élastique sur un ressort affaissé aux deux tiers de sa hauteur, afin d'éviter le moindre choc. D'autre part, il est utile de savoir qu'un ressort constamment ou trop souvent bloqué présente beaucoup plus de risques d'être brisé, en raison de l'énorme travail qui lui est demandé. (1)

Quant aux ressorts destinés aux coureurs de fond, ils doivent être le plus souvent d'un numéro plus élevé que celui normalement destiné aux marcheurs de même poids. D'ailleurs, le choix des ressorts est soumis à des règles qui peuvent varier dans une certaine mesure, en raison des besoins spéciaux, des différents modes de marche et, il faut bien le dire, des sensations et même des fantaisies de chacun.

Une première objection qui, au premier examen de l'appareil pris à la main, est faite couramment et à laquelle il est nécessaire de répondre, c'est celle relative au poids de la Calcanette, laquelle pèse environ 150 grammes. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, ce poids n'a *aucune importance* et ne doit nullement être pris en considération, vis-à-vis de l'immense économie de forces dont fait bénéficier l'appareil. Et

---

(1) Jusqu'ici, les ressort adoptés, qui sont fabriqués en acier mangano-siliceux de première qualité, ne se brisent pas avant d'avoir servi pendant trois ou quatre cents kilomètres. Certains ne cassent pas avant deux ou trois mille kilomètres. Je fais étudier en ce moment un autre modèle de ressort qui serait pour ainsi dire incassable, mais dont le poids serait un peu plus lourd.

d'abord, si après avoir apprécié ce poids à la main, on place la Calcanette dans la chaussure, on ne le perçoit plus, tant la force des muscles des membres inférieurs est considérable, sans compter d'ailleurs que le mouvement des jambes est presque entièrement passif dans la marche normale.

C'est la raison pour laquelle, après avoir construit les valves en aluminium, pour donner satisfaction à cette idée préconçue de légèreté nécessaire, M. Galante a renoncé à ce métal qui offre de nombreux inconvénients, dont le plus grave est de tomber rapidement en délitescence, sous l'influence de la sueur des pieds, si minime qu'elle soit. Le bronze, alliage plus robuste et plus convenable à tous égards, remplace ce métal avec grand avantage.

Mais il y a plus, c'est que la marche accélérée normale est nettement plus facile avec des chaussures relativement lourdes qu'avec des chaussures légères et cette affirmation demande à être prouvée. Il ne s'agit pas, bien entendu, de montrer qu'une semelle épaisse et débordante favorise toujours la marche, en augmentant l'assiette du pied et en protégeant la plante contre les aspérités du sol : c'est là un fait universellement admis et que vient encore de mettre en relief le docteur Berthier, médecin-major de l'armée, qui préconise l'adaptation au brodequin du soldat (modèle 1893) d'une semelle corde et cuir, laquelle tout en donnant de l'épaisseur est en même temps plus élastique et plus flexible. Cette chaussure aurait en somme les avantages de l'espadrille, sans en avoir les inconvénients. (1) Ce qu'il semble important d'examiner, c'est

(1) In *Revue du Touring-Club,* janvier 1904.

l'action du poids de la chaussure dans la marche accélérée normale ou marche de route.

Au début de mes études sur la marche, je rencontrai un jour un facteur rural sortant de chez son cordonnier avec une paire de brodequins à la main. J'eu la curiosité de prendre ces chaussures et les trouvai tellement lourdes, que je les fis mettre aussitôt sur une balance qui accusa le poids de 1.960 grammes, soit 980 grammes, c'est-à-dire près d'un kilo pour un seul brodequin ! Je demandai naturellement à cet homme si un pareil poids ne le fatiguait pas et il me répondit que jusque-là, il avait toujours remarqué qu'il marchait mieux avec des chaussures lourdes qu'avec des chaussures légères. Je fus frappé d'une pareille affirmation, basée sur une longue pratique expérimentale, et ce fut pour moi le point de départ d'observations et d'expériences qui m'ont convaincu de la justesse de l'opinion émise par ce facteur.

En voyant ce qui se passe dans la marche, on peut déjà constater qu'une chaussure lourde ne s'oppose nullement au déroulement du pied qui se fait du talon aux orteils, lequel est produit, comme on l'a vu, par le simple penché du tronc en avant; puis quand ce déroulement s'effectue, en soulevant le corps, la jambe d'arrière ou flottante, qui, en raison de ce soulèvement constituant la projection verticale, oscille à la façon d'un pendule, n'est également retenue en aucune façon par ce poids et accomplit sa course, laquelle, en raison de la masse surajoutée au pied est plus longue et plus réglée. Cette masse remplit en somme l'office de la lentille plus ou moins pesante qui termine les pendules des horloges.

On explique de la même façon l'action du volant en

mécanique, et on sait que les projectiles des bouches à feu ont une trajectoire d'autant plus longue qu'ils sont plus lourds, avec une même impulsion initiale, à la condition que cette dernière soit suffisante. Si l'on reste dans le domaine des faits qui ont trait à la progression de l'homme, on peut voir que parmi les sauteurs en long, ce sont les plus lourds qui tombent le plus loin, mais à la condition qu'ils prennent le même élan préalable que leurs concurrents plus légers. Ce fait est relativement peu connu, bien que rigoureusement exact, et confirme déjà l'opinion énoncée.

On peut citer à ce même propos les réflexions de Mme de Genlis, dans son journal sur l'*Education des princes d'Orléans,* qui faisait porter à ses élèves des souliers à semelles de plomb pesant chacun une livre et demie : « Ils faisaient, dit-elle, avec ce poids, des « courses et des sauts... l'habitude de porter de lourdes « semelles doit nécessairement donner de la force et « de la légèreté. » La conclusion est évidemment forcée, car le fait de manier ou de porter des poids lourds, s'il donne de la force musculaire, ne donne pas de la légèreté ni de la vitesse; cependant cette conclusion peut s'appliquer spécialement à la marche normale qui devient plus rapide et plus facile, précisément dans ce cas, en raison du caractère presque entièrement passif du mouvement des jambes, mouvement dont l'amplitude et la vitesse sont réglées et favorisées par des chaussures lourdes qui tiennent lieu de volants.

Mais si la marche devient ultra-rapide ou très lente, de façon que l'oscillation verticale soit dépassée ou nulle, des chaussures lourdes nuisent à ces marches qui demandent aux jambes seules un concours vraiment actif et effectif. On peut en dire autant de la course si

cette dernière est de grande ou de demi-vitesse; tandis que la course de fond peut comporter avec avantage le port de chaussures lourdes, mais à la condition que le posé du pied ait lieu sur le talon, de façon à ce que l'oscillation verticale soit pleine et entière, comme dans la marche normale.

Ces réflexions peuvent s'appliquer en partie à la bicyclette. A l'apparition de ce merveilleux véhicule, de nombreux théoriciens de la mécanique prouvèrent, avec de belles formules, que l'homme ayant à transporter le poids de la machine, qui équivaut à peu près au chargement du soldat d'infanterie, devait nécessairement fatiguer plus qu'en allant à pied sans chargement. Mais il fallut bien se rendre à l'évidence, quand on vit des cyclistes exécuter des parcours cinq et même dix fois plus longs que ceux opérés par la marche et cela en moins de temps et avec moins de fatigue. C'est qu'on n'avait pas compris l'importance du levier qu'est la manivelle, laquelle donne lieu à un développement énorme de la roue; puis comment cette roue transforme le mouvement alternatif de la marche, dans laquelle le centre de gravité du corps change perpétuellement de niveau, en un mouvement continu et horizontal de ce même centre de gravité.

En même temps, on disputait fort entre coureurs et constructeurs sur l'avantage des machines légères, c'est-à-dire celles pesant deux à trois kilos de moins que les machines courantes; mais on vit bien vite encore que cette différence de poids n'a aucune importance, en observant des vitesses normales, et qu'il n'y a que dans les vitesses excessives où la légèreté de la machine offre des avantages.

De toutes ces considérations, qui pourraient être plus

développées, il résulte que les semelles épaisses, débordantes et cloutées, ne sont pas seulement utiles pour annihiler l'action nocive des aspérités du sol sur la plante du pied, mais aussi pour donner à la chaussure un poids suffisant, qui favorise la longueur et la régularité du pas que comporte la marche normale, dite marche de route.

On voit, dès lors, que le poids de la Calcanette, qui est de 150 grammes environ, ne peut en aucun cas ralentir la marche ni donner lieu à la fatigue, qu'à première vue elle pourrait sembler devoir engendrer, puisqu'en raison même de son poids, elle contribue à la diminuer en dehors de ses autres actions remarquables sur la facilitation de la marche.

Il reste un important conseil à donner aux amateurs et surtout aux grands marcheurs, c'est de s'entraîner progressivement au port des Calcanettes et cela pour deux raisons : la première est que, parfois, à la suite des premières marches, surtout si on ne fixe pas de semelle en cuir, ou en toute autre matière à la valve supérieure, on éprouve sous le talon une sensation de chaleur plus ou moins vive, laquelle est produite par le frottement anormal de la peau sur la valve qui s'abaisse et se relève alternativement. On peut même observer sous le talon des sujets peu habitués à la marche une rougeur ou même un érythème analogue à celui qui se produit aux fesses et aux cuisses des cavaliers et des cyclistes novices; mais quelques onctions à la vaseline camphrée font bien vite disparaître ce léger inconvénient, qui se produit d'ailleurs à la suite de courses un peu longues avec des chaussures neuves ou avec des sabots, mais qui ne survient pas si les premières marches sont courtes.

La seconde raison pour laquelle l'entraînement doit être progressif, c'est que chez certains sujets, principalement ceux ayant dépassé la cinquantaine, des douleurs musculaires variées peuvent être ressenties dans différents points des membres inférieurs, au cou-de-pied, à la jambe, à la cuisse et parfois jusqu'à la région lombaire. La cause de ces douleurs, d'ailleurs très supportables et fugaces, est la même que celle donnant lieu aux symptômes analogues perçus au début de tout nouvel exercice physique, qui fait contracter d'une façon insolite et plus ou moins permanente certains muscles antagonistes ou auxiliaires de ceux mis en œuvre, dont l'éducation n'est pas encore faite à l'égard du nouveau rôle qu'ils ont à remplir. De là une fatigue supplémentaire qui s'ajoute à celle produite par l'action musculaire normale nécessitée par l'exercice en question.

Dans les manèges d'équitation, on entend constamment les écuyers recommander aux nouveaux cavaliers de ne pas se raidir, de *se laisser aller;* il en est de même dans les vélodromes, où les apprentis cyclistes commencent par faire des efforts inouïs, pour lesquels ils mettent en œuvre la plus grande partie de leurs muscles, alors qu'ils n'auraient qu'à pédaler sans effort appréciable. Les mêmes réflexions sont applicables au patinage, à l'escrime, et on peut presque dire à tous les exercices sportifs, dont les premières séances sont suivies assez fréquemment de symptômes de courbature locale ou générale n'ayant d'ailleurs aucune gravité.

Ce sont donc ces mêmes inconvénients, très atténués sans doute, qui peuvent se produire au début de l'usage des Calcanettes, usage qui peut presque être considéré

comme la pratique d'un nouveau sport, lequel exige pour le débutant une certaine adaptation. Les douleurs observées résultent des contractions plus ou moins permanentes, insolites ou exagérées qui se produisent dans les muscles antagonistes et vont de pair avec la modification de l'allure. Certains muscles des membres inférieurs sont *étonnés,* en présence d'un nouveau genre de travail à fournir, ou même de n'avoir plus à se contracter autant pour produire des mouvements qui semblent être les mêmes que ceux précédemment exécutés.

Mais l'adaptation se fait vite et les centres psycho-moteurs, qui président à l'excitation, au contrôle et à la coordination des contractions, se familiarisent bien vite avec la nouvelle partie qu'ils ont à jouer dans le concert de contractions simultanées nécessité par le changement d'allure. Il est à remarquer que ces symptômes fournissent une nouvelle preuve des modifications opérées par les Calcanettes dans le consensus musculaire qui régit la marche et c'est une des raisons pour lesquelles j'ai tenu à les interpréter, car, à d'autres égards, ils sont si éphémères et de si peu d'importance, qu'ils méritent à peine qu'on s'y arrête, vis-à-vis des sérieux et multiples avantages offerts aux marcheurs par le port des Calcanettes. Il eut presque suffi de les signaler, afin de dissiper toute inquiétude éventuelle à leur égard.

Un fait curieux à noter et qui eut peut-être mieux trouvé sa place dans le chapitre V, c'est qu'après un usage suffisamment prolongé des Calcanettes, la modification de l'allure subsiste d'une façon plus ou moins marquée et cela pendant un temps assez durable, absolument comme les marins conservent à terre l'allure spéciale qu'ils ont acquise à bord.

Enfin, il est à peine besoin de spécifier que la marche doit avoir lieu sur un sol uni, car si l'on progresse sur un terrain pierreux, inégal ou mouvant, cas dans lesquels l'appui du pied se fait très irrégulièrement, l'action des ressorts est contrariée et peut être beaucoup moins ressentie.

Il résulte des faits énoncés et des considérations précédentes que certains moyens, très simples d'ailleurs, doivent être employés, et que quelques précautions sont à prendre par quiconque veut faire usage des Calcanettes, pour s'y adapter et pouvoir en bénéficier pleinement.

En principe, chacun, tout en conservant sa marche habituelle, doit se laisser influencer et guider par certaines sensations plus ou moins nettes qui peuvent indiquer une modification dans les mouvements et un changement d'allure. C'est ainsi que la plupart du temps, une marche plus accélérée et rythmée s'impose, ce pourquoi on n'a qu'à obéir passivement à la suggestion produite par le relèvement des ressorts.

Somme toute, il en est pour les Calcanettes comme pour la bicyclette, ce n'est qu'une fois l'adaptation acquise, et à la suite d'un essai suffisamment prolongé, qu'on peut vraiment émettre un jugement basé et sérieux sur les avantages indéniables procurés par cet appareil.

CHAPITRE VIII

Résumé. — Conclusions.

A la suite de cette étude physiologique et quelque peu médicale sur la marche, étude assez incomplète d'ailleurs, puisque certains côtés de la question n'ont même pas été envisagés, il paraît utile et convenable de signaler les points importants qui ont été examinés en détail et dont certains peuvent paraître avoir été suffisamment élucidés, pour permettre d'analyser et d'interpréter plus nettement les mouvements observés, ainsi que de supputer plus exactement la dose d'énergie dépensée par ce mode de progression, selon les différentes manières dont il est exécuté. Pour obtenir ce résultat, j'ai cru bon de condenser l'ensemble de cette étude dans le résumé suivant.

De quelque façon qu'on envisage l'évolution de l'homme et surtout l'évolution du pied humain, en admettant que ce dernier dérive du pied arboricole ou du pied plantigrade, on est obligé de constater que depuis la période historique la plus reculée, l'homme civilisé a toujours présenté la cambrure du pied, laquelle semble résulter du déroulement qui, dans la marche, commence par le talon. Or, cette marche sur le talon constitue un élément essentiel de la marche en extension que l'on a pratiquée de tout temps et chez tous les peuples civilisés connus.

Par suite, on peut déjà admettre *a priori* qu'en pra-

tiquant cette marche, l'homme n'est pas l'esclave d'une esthétique conventionnelle, mais ne fait que subir ou appliquer la loi naturelle du moindre effort. Tandis que la marche en flexion, qui a pu et peut encore être pratiquée très exceptionnellement par certaines peuplades peu nombreuses, est une marche acquise qui tient à des causes spéciales inhérentes aux lieux habités, à un genre particulier de chaussures, ou même à une dégénérescence d'ordre pathologique de la voûte plantaire.

D'ailleurs, si l'on considère la situation respective des trois segments principaux du corps dans les deux genres de marche, on voit que dans la marche en extension, ces segments sont sensiblement dans un même plan vertical les uns au-dessus des autres, ce qui fait que le poids du corps est supporté par les os, tandis que dans la marche en flexion, ces trois segments sont inclinés les uns sur les autres, à la façon des lignes d'un Z, de telle sorte que le poids du corps ainsi que les différents chocs et les secousses sont supportés par les muscles.

Enfin, une remarque importante qui a été omise dans cette étude, c'est que la masse contractile représentant les muscles extenseurs est notablement plus importante que la même masse représentant les muscles fléchisseurs. Par suite, on pourrait déjà conclure, en restant à ce seul point de vue, que la marche en extension doit être plus naturelle et plus facile pour l'homme que la marche en flexion.

Mais les partisans de la marche en flexion, sans s'arrêter à ces considérations d'ordre général, admettent, après avoir examiné et analysé des chronophotographies représentant le même sujet exécutant l'une et

l'autre marche, que l'oscillation verticale étant moins considérable dans la marche en flexion, on doit en conclure déjà et sans le moindre doute que cette marche est moins fatigante.

Or, cette opinion, bien que soutenue par le professeur Marey et ses élèves, semble constituer une double erreur, d'abord parce que l'oscillation verticale, qui résulte du déroulement du pied, est la même dans l'une et l'autre marche, si elles sont pratiquées toutes deux dans les mêmes conditions de vitesse et d'allongement du pas et ensuite parce que cette même oscillation, dans la marche normale occasionne une dépense de force extrêmement minime, ainsi qu'on peut en juger par les expériences très simples qui ont été décrites et qui montrent que dans ce cas les mouvements des jambes sont presque entièrement passifs.

D'ailleurs, quand la marche devient ultra-rapide ou très lente, cas dans lesquels la fatigue est toujours plus considérable que dans la marche accélérée normale, l'oscillation verticale est diminuée ou même nulle, ce qui montre bien que cette oscillation est la condition indispensable de la marche normale. Par suite, en fléchissant ou bien en étendant les jambes d'une façon exagérée, comme on le fait dans la marche en flexion, on trouble le mécanisme du jeu normal de la marche.

Au reste, l'oscillation verticale et l'oscillation pendulaire de la jambe flottante sont solidaires, et quand la première est modifiée, il en est de même de la seconde. Dans ce cas, le travail musculaire des jambes devient plus actif, tandis que, on ne saurait trop le répéter, l'oscillation verticale normale donne lieu au travail minimum des membres inférieurs.

Enfin, ce qui montre d'une façon évidente le bien-

fondé de l'opinion défendue, c'est que des sujets très insuffisamment musclés des membres inférieurs peuvent constituer de très bons marcheurs. Tandis que, au contraire, il n'est pas rare de rencontrer des sujets ayant une musculature remarquable de ces membres, qui sont des marcheurs médiocres. D'ailleurs, les muscles du mollet ne sont pas des muscles de marche, mais des muscles de station debout et de saut.

Le seul fait qui militerait en faveur de la marche en flexion, et qui a son importance, c'est la diminution du choc produit par chaque posé du pied; choc qui, dans cette marche, est amorti par les différents muscles des segments du corps, lesquels agissent en s'interposant activement à la façon de ressorts.

Bien que ce bénéfice soit indéniable, surtout chez les sujets très sensibles au choc du talon, il est loin de compenser l'énorme quantité d'énergie dépensée par les muscles chargés de maintenir les segments du corps en flexion, aussi bien que par les muscles extenseurs, dont le travail est aussi considérablement augmenté. Et si le marcheur, accablé de fatigue, prend le mode en flexion ou bien suit les accotements tendres et gazonnés de la route quelque temps avant d'arriver à l'étape, c'est pour atténuer ce choc du talon qui, par sa sommation, est devenu particulièrement douloureux et qui constitue la plus grande partie de la fatigue ressentie. Car on peut admettre que pendant une marche de trente kilomètres, ce choc se reproduit quarante mille fois et cela sur un sol résistant, auquel les organes de la locomotion de l'homme ne sont pas adaptés.

Au surplus, puisque l'étude et l'analyse des mouvements très différents opérés dans les deux marches

semblent être insuffisantes pour permettre de supputer la différence d'énergie dépensée, on doit chercher à apprécier directement la fatigue produite dans les deux cas, ce qui paraît être le meilleur critérium pour arriver à un résultat positif. Il est d'ailleurs important de retenir que la fatigue est avant tout de nature nerveuse et n'est pas due, comme on l'a cru, à une auto-intoxication dans le sens bio-chimique du mot.

Or, si l'on ne considère que la fatigue légère ou la lassitude, aussi bien que ce qui été appelé la grande fatigue, il n'y a nul doute qu'au début de l'entraînement à l'une ou à l'autre marche, ces fatigues sont nettement plus considérables dans la marche en flexion, dont l'entraînement est long et pénible. Il y a plus, c'est qu'une fois cet entraînement acquis, il se perd très vite s'il n'est pas entretenu. Ce sont là des faits positifs, indéniables et dont on doit déjà tenir compte pour établir la comparaison au point de vue de la force dépensée. Mais une fois l'entraînement établi, la comparaison devient difficile, car après les premières lassitudes et courbatures qui peuvent se produire dans l'une et l'autre marche, la fatigue dite profonde n'est plus ressentie.

D'ailleurs, de quelque côté de l'activité musculaire que soit porté l'entraînement athlétique, on peut être certain que cet entraînement se produit au détriment d'une ou de plusieurs autres activités normales, intellectuelles ou physiques, plus ou moins essentielles, qui sont mises en œuvre par des organes importants, lesquels se dégradent par insuffisance fonctionnelle et trophique et finissent par perdre à tout jamais l'activité nécessaire pour concourir au maintien de l'équi-

libre nutritif normal que doit posséder tout homme jouissant de la plénitude de la santé.

L'entraînement intensif à la marche ne fait pas exception à cette loi. Bien que cet exercice constitue à tous égards le meilleur des sports, puisqu'il met en œuvre la plupart des muscles du corps et que les mouvements auxquels il donne lieu soient en grande partie passifs, d'où la principale raison de son excellence, on le pratique d'autant plus fréquemment avec excès que l'entraînement en est plus facile.

Après un temps assez court de marches longues et accélérées, non seulement la fatigue n'est plus ressentie, mais on éprouve au contraire, dans la plupart des cas, une sensation d'euphorie remarquable, pouvant faire croire à l'augmentation des forces; mais cette sensation qui est produite par une excitation anormale du système nerveux qui fait converger la plus grande partie de l'énergie vitale du côté de l'activité musculaire est fallacieuse et constitue un véritable trompe-l'œil, absolument comme la sensation très analogue éprouvée à la suite de l'ingestion de l'alcool, de la morphine ou de certains autres toxiques.

Il en résulte que si on se base sur cette sensation superficielle et trompeuse de bien-être pour juger des bienfaits de l'entraînement athlétique à la marche, comme des bons résultats de ce même entraînement à d'autres sports, on commet une erreur grave qui peut porter un grand préjudice à la santé de nombreux sujets, auxquels on conseille la pratique de cet entraînement et même auxquels on peut l'ordonner, s'ils sont astreints au service militaire. Car la dégénérescence athlétique semble être encore plus profonde et moins curable que la dégénérescence alcoolique, et le

plus fâcheux c'est qu'elle frappe principalement les mieux doués en courage et en force de volonté!

Or, c'est en commettant cette erreur que les promoteurs de la marche en flexion n'ont pas hésité à préférer et à vanter à tous égards ce mode de progression qui, en somme, n'est qu'une course déguisée et qui, selon eux, devrait remplacer la marche normale ou en extension. Cependant, il semble être bien évident que cette dernière est beaucoup moins fatigante, et cela en raison de tous les faits produits et de tous les arguments invoqués, tout en admettant qu'il est également dangereux de la pratiquer avec excès. Aussi convient-il de diminuer le plus possible la fatigue à laquelle elle donne lieu, en supprimant le choc du talon et en favorisant ses mouvements de façon à leur donner le plus possible un caractère passif.

C'est le but qui a été visé et atteint, dans la mesure du possible, par la création des Calcanettes, dont la construction a été précédée de nombreux essais comportant divers dispositifs avec l'emploi du caoutchouc plein, creux ou pneumatique. (1) Or, malgré les propriétés physiques spéciales et vraiment remarquables de cette substance, qui a toujours eu la particularité

---

(1) A propos de l'emploi du caoutchouc dans la chaussure, je tiens, pendant la mise sous presse de ce dernier chapitre, à rectifier une erreur commise dans le chapitre IV et attribuant au docteur Léon Colin, médecin-inspecteur de l'armée, ce qui appartient au docteur Henri Colin, médecin-major de 1re classe, lequel a fait une étude très sérieuse de la chaussure du soldat, dans une brochure intitulée : *Amélioration mécanique et physiologique de la marche par les chaussures à talons élastiques*. (Arras, 1891.) — A cette occasion il est bon d'apprendre que l'idée du docteur Colin vient d'être reprise par M. le capitaine Castets qui a présenté un brodequin à semelle caoutchoutée, auquel il donne le nom de chaussure « souple-sportive » et dont la description vient d'être faite dans *le Caducée*, du 23 janvier 1904.

d'exciter l'imagination des inventeurs, on ne peut pas lui demander plus qu'elle ne peut donner; car si le caoutchouc diminue considérablement les vibrations et même les trépidations, il atténue très peu les chocs, lesquels semblent ne pouvoir être contrebalancés et annihilés au besoin que par un artifice mécanique comportant la course d'un organe de plus en plus résistant, comme celle d'un frein hydraulique, par exemple, ou d'un ressort. Aussi, les essais comparatifs répétés entre l'action du caoutchouc et celle des ressorts ont-ils été absolument convaincants et tout-à-fait en faveur du rendement de ces derniers placés dans les Calcanettes, sur la description desquelles il n'y a pas à revenir.

L'important est de résumer l'action mécanique et physiologique de l'appareil, qui constitue un tremplin portatif placé sous le talon et qui est à la marche ce que le tremplin vulgaire est au saut. La Calcanette, tout en supprimant la commotion douloureuse et à la longue très fatigante produite par le choc de la marche, donne lieu à une impulsion réactionnelle qui se manifeste sous le talon et qui constitue une véritable action de démarrage. Par là même un avertissement effectif, que l'on peut considérer comme un ordre, est donné au cerveau, qui n'a plus qu'à s'exécuter et dont l'automatisme subconscient est dans la circonstance suppléé par cette suggestion motrice, qui règle et précipite le rythme du pas.

Dans ces conditions, une notable économie de forces est produite dans le budget dynamique de l'individu et en même temps la marche se trouve être facilitée, activée et transformée par la production plus facile de l'oscillation verticale à son maximum, sans penché en avant, et par la récupération de l'énergie dissipée en

pure perte à chaque posé du pied sur le sol, dans la marche sans cet appareil. L'économie de forces se traduit subjectivement par une fatigue moindre, accompagnée d'une euphorie plus ou moins sensible, et objecvement par une modification de l'allure qui devient plus légère et plus dégagée. En somme, on bénéficie de tous les avantages de la marche en flexion, sans avoir à redouter ses inconvénients et ses dangers.

Un dernier point important à remarquer, c'est que les avantages produits par le port des Calcanettes sont d'autant plus considérables que l'allure est plus rapide. C'est ainsi que le bénéfice dynamique perçu pendant la marche très accélérée ou pendant la course de fond est bien plus flagrant que celui ressenti dans la marche normale, mais cela, à la condition essentielle que le posé du pied ait lieu sur le talon.

D'autre part, ce bénéfice dynamique obtenu chez les marcheurs au moyen du port des Calcanettes est encore mieux ressenti par tous les débiles que la marche ordinaire fatigue. Aussi, la plupart des sujets atteints de maladies chroniques qui donnent lieu à la dyspnée d'effort, tels que les tuberculeux, les asthmatiques, les cardiaques, les obèses principalement, sont-ils très soulagés en faisant usage de cet appareil mécanothérapique qui introduit un élément passif considérable dans la marche.

Pareillement, les arthritiques, les neurasthéniques et les diabétiques sont mis ainsi à même de pratiquer beaucoup plus facilement la marche et la course qui, dans la généralité des cas, constituent pour eux la meilleure des médications, en raison de leur action modificatrice de premier ordre sur les grandes fonctions organiques. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que

ces bénéfices considérables observés chez les malades corroborent tout ce qui a été dit sur les mêmes avantages perçus, moins vivement sans doute, mais obtenus quand même par les individus en bonne santé.

Enfin, il est utile et important de bien spécifier qu'une certaine adaptation est nécessaire pour pouvoir bénéficier pleinement des avantages procurés par l'usage des Calcanettes. C'est répéter qu'il faut prendre les précautions nécessaires et procéder avec mesure dans les premiers essais, afin d'éviter certains inconvénients, peu graves sans doute, et qui se produisent d'ailleurs d'une façon beaucoup plus marquée pendant le cours de tout entraînement sportif. Ce n'est qu'après l'adaptation conquise que l'on peut juger sainement des avantages de l'appareil.

Les conclusions très simples qui semblent ressortir de cette étude sont les suivantes :

1° Il n'y aucune raison sérieuse et fondée pour vouloir modifier la marche normale de l'homme, telle qu'elle est pratiquée chez tous les peuples, depuis un temps immémorial.

2° Mais en raison de certaines conditions nouvelles créées par la civilisation actuelle, telles qu'une dépense d'activité nerveuse plus considérable et des relations sociales plus nombreuses, occasionnant des marches plus fréquentes sur le sol résistant des différentes voies urbaines et rurales, il y a lieu, dans l'intérêt de l'hygiène et de la santé, de faciliter et d'aider autant que possible cette marche, et cela, dans le même sens que sont facilités et aidés les divers moyens de transport.



TABLE DES MATIÈRES